

**EFEKTIVITAS PENDEKATAN *INQUIRY* DENGAN METODE *PARAMPAA QUIZ*  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN  
MINAT BELAJAR SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA**

Skripsi

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Mencapai Derajat Sarjana S1 Program Studi Pendidikan Fisika



**Disusun Oleh:**

**Nofanto  
09690040**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2013**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

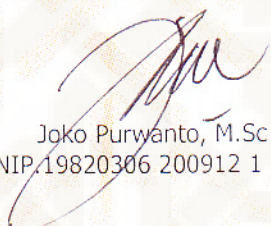
Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1762/2013

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Efektivitas Pendekatan *Inquiry* dengan Metode *Parampa Quiz* Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Termodinamika


Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Nofanto  
NIM : 09690040  
Telah dimunaqasyahkan pada : 16 Agustus 2013  
Nilai Munaqasyah : A-  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

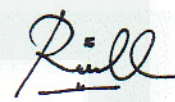
Ketua Sidang

  
Joko Purwanto, M.Sc  
NIP.19820306 200912 1 002

Penguji I

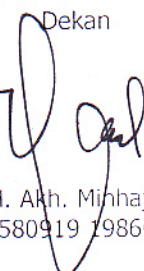
  
Winarti, M.Pd.Si  
NIP.19830315 200901 2 010

Penguji II

  
Retno Rahmawati, M.Si  
NIP. 19821116 200901 2 006

Yogyakarta, 16 September 2013  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



  
Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D  
NIP. 19580919 198603 1 002

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nofanto  
 NIM : 09690040  
 Judul Skripsi : "Efektivitas Pendekatan *Inquiry* dengan Metode *Parampaa Quiz* Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Termodinamika"

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 2 Agustus 2013

Pembimbing



Joko Purwanto, M.Sc

NIP. 19820306 200912 1 002

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nofanto

NIM : 09690040

Program Studi : Pendidikan Fisika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Efektivitas Pendekatan *Inquiry* dengan Metode *Parampa Quiz* Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Termodinamika” merupakan hasil penelitian saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 1 Agustus 2013



Penulis

Nofanto

09690040

**MOTTO**

*Be Faster Than The Time*



## **PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya,

Bapak dan Ibu sebagai malaikat dunia bagi diri saya

dan Kakak tercinta sebagai peri pelindung saya



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah menganugerahkan nikmat, rahmat, barokah, kesempatan, dan kebahagiaan yang tak terduga dan tak terhingga. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan untuk Nabi Muhammad SAW. Semoga kita termasuk golongan yang mendapatkan syafaatnya kelak. Amin.

Setelah melewati usaha yang cukup keras akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dan hadir di hadapan pembaca. Dengan tidak mengurangi rasa hormat, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini:

1. Bapak, ibu dan kakak tercinta. Terima kasih tak terhingga atas curahan cinta, doa, kasih sayang, harapan, dan perhatiannya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahman dan Rahim-Nya kepada kita. Amin
2. Joko Purwanto, M.Sc. selaku dosen pembimbing sekaligus ketua program studi pendidikan fisika yang telah membimbing penulis dengan kesabaran yang luar biasa.
3. Bapak/Ibu dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan program studi lainnya yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
4. Bapak Bakti Sukmoko Aji, S.Pd selaku guru fisika inspiratif di SMA Negeri 8 Yogyakarta, terima kasih atas segala kemudahan dan ilmu istimewa yang beliau berikan.
5. Kepala sekolah, guru, karyawan dan siswa-siswi SMA Negeri 8 Yogyakarta. Terima kasih banyak atas penerimaan dan sambutannya.

6. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika angkatan 2009, Dardiri, Indah Putri, Dwi Purba, Nurul H, Susanti Ray, Roimi A, Irkham L A, Handa, Ana, yang telah memberikan motivasi dan banyak ilmu bagi penulis.
7. Dety Yunita sebagai sahabat terbaik sepanjang masa. Terima kasih telah membuatku selalu termotivasi dan tersenyum disegala kondisi.
8. Keluarga kecilku di jogja: Marisna Musyafudin, Hery Kuswanto, Doni Arifandi, Andika Odhie, Wahyu Nugraha BiiE, Sauqi B, Stanley Miler Hopaya, Mas Ririk, Om Fahri dan Om Johan. Terima kasih atas semua ilmu hidup yang kalian berikan. Ilmu hitam sampai ilmu pencerahan.
9. Berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini.

Tiada gading yang tak retak, begitu pula penulisan skripsi ini yang masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan bagi penulis nantinya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Penulis



**EFEKTIVITAS PENDEKATAN *INQUIRY* DENGAN  
METODE *PARAMPAA QUIZ* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR  
TINGKAT TINGGI DAN MINAT BELAJAR SISWA  
PADA MATERI TERMODINAMIKA**

**Nofanto  
09690040**

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Perbedaan kemampuan berpikir tingkat tinggi antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori, (2) Perbedaan minat belajar antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori, (3) Peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori, (4) Efektivitas pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dibandingkan pembelajaran ekspositori terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dan (5) Efektivitas pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dibandingkan dengan pembelajaran ekspositori terhadap minat belajar siswa

Jenis penelitian ini adalah *quasi eksperiment* dengan *Pretest-Posttest Control Group Design*. Variabel dalam penelitian ini meliputi variabel bebas berupa pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* serta variabel terikat berupa minat belajar dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Populasi dalam penelitian ini adalah kelas XI IPA SMA Negeri 8 Yogyakarta. Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik *random sampling*, sehingga terpilih kelas XI IPA 4 sebagai kelas kontrol dan kelas XI IPA 2 sebagai kelas eksperimen. Instrumen yang digunakan adalah soal *pretest*, soal *posttest*, dan angket minat belajar. Teknik analisis data menggunakan statistik parametrik yaitu uji t.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan minat belajar dan kemampuan berpikir tingkat tinggi antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori. Pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* (nilai  $Sig. (1-tailed) = 0,000 \leq 0,05$ , maka  $H_a$  diterima). Pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa*

*quiz* lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran ekspositori terhadap minat (nilai *Sig. (1-tailed)* = 0,000 ≤ 0,05, maka  $H_a$  diterima).

**Kata Kunci:** *inquiry, parampaa quiz, minat belajar, kemampuan berpikir tingkat tinggi.*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Batasan Masalah .....	6
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	7
F. Manfaat penelitian .....	8
<b>BAB II : LANDASAN TEORI</b> .....	<b>10</b>
A. Landasan Teori .....	10
1. Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi .....	10
2. Pendekatan <i>Inquiry</i> .....	14
3. Pembelajaran Berbasis Game Komputer .....	18

4. Minat Belajar .....	19
5. Materi Termodinamika .....	22
B. Penelitian yang Relevan .....	45
C. Kerangka Pikir .....	48
D. Hipotesis Penelitian .....	49
<b>BAB III : METODE PENELITIAN .....</b>	<b>51</b>
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	51
B. Desain Penelitian .....	51
C. Populasi dan Sampel .....	52
1. Populasi .....	52
2. Sampel .....	53
D. Variabel Penelitian .....	53
1. Variabel Bebas .....	53
2. Variabel Terikat .....	53
E. Prosedur Penelitian .....	54
1. Tahap Pra Penelitian .....	54
2. Tahap Penelitian .....	54
3. Tahap Pasca Penelitian .....	55
F. Teknik Pengumpulan Data .....	55
G. Instrumen Penelitian .....	56
H. Instrumen Pembelajaran .....	57
I. Teknik Analisis Instrumen .....	57
J. Hasil Uji Coba Instrumen .....	62
K. Teknik Analisis Data .....	68
<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>78</b>
A. Hasil Penelitian	
1. Data Untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi .....	78

2. Data Untuk Mengukur Minat Siswa .....	82
B. Pembahasan .....	85
1. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa .....	86
2. Minat Siswa Terhadap Pembelajaran Fisika .....	93
<b>BAB V : PENUTUP .....</b>	<b>97</b>
A. Kesimpulan .....	97
B. Keterbatasan Penelitian.....	98
C. Saran .....	99
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>100</b>
<b>LAMPIRAN – LAMPIRAN.....</b>	<b>103</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persamaan dan Perbedaan Penelitian .....	47
Tabel 3.1	Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Pembelajaran .....	51
Tabel 3.2	Populasi Penelitian .....	52
Tabel 3.3	Petunjuk Pemberian Skor Angket .....	57
Tabel 3.4	Indeks Kesukaran .....	61
Tabel 3.5	Klasifikasi Daya Pembeda .....	62
Tabel 3.6	Output Hasil Uji Reliabilitas Soal Uraian.....	64
Tabel 3.7	Output Hasil Uji Reliabilitas Angket .....	65
Tabel 3.8	Hasil Perhitungan Daya Beda Soal Pilihan Ganda.....	66
Tabel 3.9	Hasil Perhitungan Daya Beda Soal Uraian .....	66
Tabel 3.10	Hasil Perhitungan Taraf Kesukaran Soal Pilihan Ganda.....	67
Tabel 3.11	Hasil Perhitungan Taraf Kesukaran Soal Pilihan Ganda.....	68
Tabel 4.1	Deskripsi Data Kemampuan Awal Sampel.....	79
Tabel 4.2	Deskripsi Data Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi .....	79
Tabel 4.3	Data Signifikansi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	80
Tabel 4.4	Hasil Uji Normalitas Data Minat Siswa .....	82
Tabel 4.5	Output Hasil Uji Homogenitas dan Minat Siswa.....	83
Tabel 4.6	Output Uji Perbedaan Rata-Rata Kelas Sampel .....	84
Tabel 4.7	Contoh Soal Berpikir Tingkat Tinggi .....	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kerja Pada Proses Adiabatik .....	26
Gambar 2.2	Proses Isobarik .....	30
Gambar 2.3	Proses Isokhorik .....	31
Gambar 2.4	Proses Isotermal .....	32
Gambar 2.5	Skema Mesin Kalor.....	40
Gambar 2.6	Skema Siklus Carnot.....	43
Gambar 2.7	Skema Mesin Pendingin.....	44
Diagram 4.1	Nilai Rata-Rata Kelas Kontrol dan Eksperimen.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1: Uji Pra Penelitian (Penentuan Sampel)</b> .....	<b>103</b>
1. Hasil Wawancara Guru Pra Penelitian .....	104
2. Daftar Nilai UAS Semester I Kelas XI IPA 2 dan XI IPA 4.....	108
3. <i>Output</i> Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel.....	110
<b>LAMPIRAN 2: Instrumen Pembelajaran</b> .....	<b>111</b>
1. Silabus .....	112
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kelas Eksperimen .....	120
<b>LAMPIRAN 3: Instrumen Penelitian</b> .....	<b>142</b>
1. Kisi-Kisi Soal <i>Pretest</i> Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi .....	143
2. Soal <i>Pretest</i> Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi .....	147
3. Pedoman Penskoran Soal <i>Pretest</i> .....	150
4. Kisi-Kisi Soal <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi .....	155
5. Soal <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi .....	160
6. Pedoman Penskoran Soal <i>Posttest</i> .....	163
7. Angket Minat Belajar .....	168
8. Kisi-Kisi Angket Minat Belajar .....	169
<b>LAMPIRAN 4: Hasil Penelitian</b> .....	<b>171</b>
1. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Eksperimen.....	172
2. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Kontrol.....	174
3. Hasil Angket Minat Belajar Kelas Eksperimen .....	176
4. Kisi Hasil Angket Minat Belajar Kelas Kontrol .....	177
<b>LAMPIRAN 5: Deskripsi Data Hasil Penelitian</b> .....	<b>179</b>
1. Deskripsi Skor <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kemampuan	



Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	180
2. Deskripsi <i>N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi	
Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	182
3. Deskripsi Skor Minat Belajar	
Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	183
<b>LAMPIRAN 6: Analisis Data Hasil Penelitian .....</b>	<b>185</b>
1. <i>Output</i> Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t	
Skor <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	186
2. <i>Output</i> Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t	
Skor <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	187
3. <i>Output</i> Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t <i>N-Gain</i>	
Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Eksperimen	
dan Kelas Kontrol.....	188
4. <i>Output</i> Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t Skor	
Minat Belajar Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	189
<b>LAMPIRAN 7: Intervalisasi Skor Angket Minat Belajar.....</b>	<b>191</b>
1. Intervalisasi Skor Minat Belajar Kelas Eksperimen.....	192
2. Intervalisasi Skor Minat Belajar Kelas Kontrol .....	194
<b>LAMPIRAN 8: Surat-Surat Penelitian.....</b>	<b>196</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Keberhasilan pendidikan tidak dapat dilepaskan dari proses pembelajaran yang sedang berlangsung. Proses pembelajaran yang merupakan media dalam pendewasaan serta upaya persiapan individu dalam menghadapi kehidupan yang sebenarnya telah mengalami pergeseran nilai. Aktivitas siswa hanya terbatas pada mendengarkan, mencatat, menjawab pertanyaan bila guru memberikan pertanyaan, maka proses pembelajaran tersebut jelas tidak mendorong siswa untuk berfikir kritis dan kreatif dalam beraktivitas (Sardiman, 2007: 98). Proses pembelajaran seperti ini menyebabkan siswa kurang bisa mengaktualisasikan dirinya sesuai dengan keterampilan berpikir pada jenjang yang sedang ditempuh.

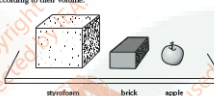
Keterampilan berpikir yang diperlukan pada jenjang sekolah menengah atas dan perguruan tinggi merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *High Order Thinking Skill*. Menurut King, Goodson dan Rohani (2009) keterampilan berpikir mencakup tiga level tertinggi dalam taksonomi Bloom, yaitu menganalisis, mensintesis atau memadukan, dan mengevaluasi. Berpikir tingkat tinggi tidak hanya bermanfaat bagi penguasaan fisika sekolah dalam artian teoretis namun juga dalam hal praktis dalam kehidupan. Dan hal tersebut yang akan melekat dalam pikiran peserta didik dan akan menjadi paradigma

berpikir. Dalam upaya penguasaan dan pengembangan ilmu fisika, keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat diperlukan.

Hasil survei *Trends In International Mathematic and Science Study (TIMSS)*, yakni survei tentang penilaian prestasi akademik untuk mencapai pemahaman yang lebih dalam sebagai pengaruh kebijakan dan penerapan sistem pendidikan yang berbeda lintas negara menunjukkan bahwa Indonesia mendapat posisi ke-40 dari 45 negara untuk pencapaian prestasi akademik dalam bidang sains. Penilaian sains oleh *TIMSS* ini didasarkan pada dua dimensi yaitu dimensi muatan sains dalam kaitannya dengan subjek materi dan dimensi kognitif atau keterlibatan proses berpikir siswa dalam sains. Berikut contoh soal yang digunakan dalam penilaian *TIMSS*.

Content Domain: Physical Science  
 Cognitive Domain: Reasoning  
 Description: Justifies that objects with more volume do not necessarily weigh more using a diagram of three objects of different materials ordered by volume

Jack's teacher places three objects on a table, as shown below. She puts them in order according to their volume.



styrofoam      brick      apple

Jack thinks that objects with more volume weigh more.  
 Do you agree with him?  
 (Check one box.)  
 Yes  
 No

Explain your answer:  
 It depends on what the object is made of. The brick is smaller than the styrofoam block, but it is more dense so it probably weighs more.

The answer shown illustrates the type of student response that was given 1 of 1 points.

**Gambar 1. Contoh Soal TIMSS**

Terlihat dalam soal tersebut, kemampuan sains yang diukur merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yakni menganalisis, mengevaluasi serta mencipta. Peringkat Indonesia yang relatif rendah dibandingkan dengan negara-

negara lain menunjukkan bahwa pemahaman fisika siswa di Indonesia secara umum masih rendah. Hal ini disebabkan karena penggunaan pendekatan, strategi dan metode dalam pembelajaran fisika yang belum sesuai. Selain itu, perangkat evaluasi yang digunakan juga masih belum memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi guna mengevaluasi pembelajaran. Akibatnya keterampilan berpikir peserta didik terbatas pada tingkatan yang rendah.

Sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik perlu adanya telaah ulang terhadap aspek-aspek di dalam pembelajaran. Salah satu aspek dalam pembelajaran yaitu penggunaan pendekatan. Pendekatan dapat diartikan sebagai titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran yang merujuk pada pandangan tentang terjadinya suatu proses yang sifatnya masih sangat umum di dalamnya mewadahi, menginsiprasi, menguatkan, dan melatari metode pembelajaran dengan cakupan teoretis tertentu. Pendekatan yang memfasilitasi kemampuan berpikir tingkat tinggi salah satunya adalah pendekatan *inquiry*. Hal ini karena *inquiry* melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan peserta didik untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri (Gulo, 2002).

Kecenderungan peserta didik untuk ingin tahu terhadap fisika masih belum terlihat secara signifikan (Prasanti, 2012). Ada sebagian siswa yang

bersikap masa bodoh terhadap fisika, seperti ketika pelajaran berlangsung mereka diam dan tidak memperhatikan pelajaran. Ketika guru memberikan perangkat evaluasi sebagai instrumen penilaian sebuah pembelajaran masih banyak peserta didik yang tidak berminat untuk mengerjakannya. Peran guru sangatlah penting dalam membangun minat siswa dalam sebuah mata pelajaran karena dengan minat yang tinggi akan lebih memotivasi siswa untuk belajar fisika.

Membangun minat peserta didik terhadap suatu mata pelajaran dapat dilakukan dengan pemilihan metode pembelajaran yang tepat. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Parampaa Quiz*. *Parampaa Quiz* merupakan metode pembelajaran berbasis game komputer yang diadopsi dari sebuah *software* permainan dimana didalamnya terdapat instruksi-instruksi pembelajaran berupa pertanyaan interaktif. Adapun metode *Parampaa Quiz* yang menggunakan pendekatan *inquiry* selain ditujukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, namun juga meningkatkan minat belajar fisika peserta didik. Hal tersebut sudah peneliti alami saat melakukan praktik pembelajaran di sekolah. Terdapat banyak variasi media, baik animasi serta video, dari setiap level pada *Parampaa Quiz*, dan juga variasi pola berfikir khususnya berpikir tingkat tinggi. Dengan adanya variasi-variasi tersebut, ketertarikan peserta didik yang beragam dapat terakomodasi dengan baik.

Dari hasil observasi yang telah dilakukan oleh peneliti, ketertarikan peserta didik terhadap materi termodinamika masih rendah. Salah satu guru fisika SMA Negeri 8 Yogyakarta menyatakan bahwa hal ini disebabkan karena termodinamika memiliki kompleksitas yang tinggi. Akibatnya sering muncul permasalahan-permasalahan yang dialami siswa antara lain dalam pemahaman konsep dan penyelesaian soal. Dari hasil survei terhadap beberapa siswa SMA menunjukkan bahwa sebagian besar dari siswa masih menganggap materi termodinamika memiliki tingkat kesulitan tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan sebanyak 24 siswa dari 32 siswa kelas XI memilih materi termodinamika sebagai materi fisika yang sulit. Dalam memahami termodinamika, peserta didik memerlukan keseluruhan tingkatan kemampuan berpikir dari level rendah sampai tinggi. Selain itu, termodinamika memiliki aplikasi yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari dan bersifat teknis.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Minat belajar fisika masih kurang pada pokok bahasan termodinamika.
2. Siswa di SMA N 8 Yogyakarta masih menganggap termodinamika sebagai materi yang kompleks.

3. Masih kurangnya penerapan metode serta instrumen penilaian yang memfasilitasi kemampuan berpikir tingkat tinggi.

### **C. Batasan Masalah**

Mengingat keterbatasan yang dimiliki oleh peneliti dan banyaknya masalah yang ada, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penilaian minat pada penelitian ini dibatasi pada aspek perasaan, perhatian dan partisipasi dalam aktivitas pembelajaran.
2. Penilaian ranah kognitif pada kemampuan berpikir tingkat tinggi dilakukan pada level menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi.

### **D. Rumusan Masalah**

Bertolak dari latar belakang masalah diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir tingkat tinggi antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori?
2. Apakah terdapat perbedaan minat belajar antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori?

3. Apakah peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori?
4. Apakah pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* lebih efektif dibandingkan pembelajaran ekspositori terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa?
5. Apakah pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* lebih efektif dibandingkan pembelajaran ekspositori terhadap minat belajar siswa?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu untuk mengetahui:

1. Perbedaan kemampuan berpikir tingkat tinggi antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori.
2. Perbedaan minat belajar antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori.
3. Peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori.



4. Efektivitas pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dibandingkan pembelajaran ekspositori terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.
5. Efektivitas pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dibandingkan dengan pembelajaran ekspositori terhadap minat belajar siswa.

## **F. Manfaat Penelitian**

Dalam pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

### **1. Bagi Peneliti**

- a. Dapat dijadikan sebagai alternatif rujukan bagi penelitian selanjutnya sehingga lebih sempurna.
- b. Sebagai sarana dalam meningkatkan motivasi dan kompetensi peneliti sebagai seorang pendidik.

### **2. Bagi Siswa**

- a. Mengenalkan siswa pada pendekatan *inquiry* dengan model *parampaa quiz*.
- b. Melatih siswa dalam memahami fisika pada tingkatan berpikir tingkat tinggi.

### **3. Bagi Guru**

Sebagai alternatif strategi dan metode pembelajaran yang dapat digunakan dalam upaya memfasilitasi kemampuan berfikir tingkat tinggi siswa.

### **4. Bagi Sekolah**

Sebagai sarana informasi bagi sekolah dalam upaya pengembangan metode pembelajaran fisika yang tepat.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan peneliti memperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan kemampuan berpikir tingkat tinggi antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori. Rata-rata nilai siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* adalah 81,77 sedangkan rata-rata nilai siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori adalah 71,94.
2. Terdapat perbedaan minat belajar antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* dengan siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori. Rata-rata skor angket siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* adalah 36,93 sedangkan rata-rata skor minat siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori adalah 32,05.
3. Peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* lebih tinggi dibandingkan dengan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori. Rata-rata *N-*

*Gain* kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* adalah 0,576 yang termasuk dalam kategori sedang, sedangkan rata-rata *N-Gain* kemampuan berpikir kreatif siswa yang mengikuti pembelajaran ekspositori adalah 0,299 yang termasuk dalam kategori rendah.

4. Pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran ekspositori terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Dari hasil uji t diperoleh nilai signifikansi yang nilainya kurang dari 0,05, yaitu 0,00.
5. Pembelajaran menggunakan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran ekspositori terhadap minat belajar siswa. Dari hasil uji t diperoleh nilai signifikansi yang nilainya kurang dari 0,05, yaitu 0,00.

#### **B. Keterbatasan Penelitian**

1. Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian terbatas karena harus mengacu pada target yang telah ditetapkan oleh sekolah.
2. Masih sederhananya *Parampaa Quiz* dan lembar kerja siswa yang dibuat oleh peneliti sehingga belum memaksimalkan pendekatan *inquiry* pada proses pembelajarannya.

3. Indikator efektivitas yang digunakan belum menyeluruh yaitu hanya meliputi peningkatan pengetahuan, peningkatan keterampilan, perubahan sikap, serta perilaku.

### **C. Saran**

1. Guru dapat menggunakan pendekatan *inquiry* yang menggunakan metode *parampaa quiz* sebagai alternatif yang baik untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa terhadap pembelajaran fisika.
2. Hendaknya untuk pembaca yang akan melakukan penelitian mempersiapkan penelitian dengan sebaik-baiknya agar tidak terjadi kelalaian sesuatu.
3. Untuk pembuatan perangkat pembelajaran seperti LKS dan *parampaa quiz* sebaiknya diteliti sebelum digunakan agar tidak terjadi kesalahan yang membingungkan siswa.
4. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti lain dapat mengembangkan pendekatan *inquiry* dengan metode *parampaa quiz* pada variabel lain misalnya kemampuan berpikir kreatif, berpikir kritis, kemampuan siswa dalam pemecahan masalah, atau yang lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cleverly, Dankay. 2003. *Implementing Inquiry Based Learning*. New York: Routledge
- Eck, Richard, Van. 2006. *Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless*. North Dakota: University of North Dakota
- Foster, Margaret. 2004. *Higher Order Thinking Skills*. Camberwell: ACER Press
- Hopson , Michael,H., Simms, Richard L. and Knezek. Gerald A. *Using a Technology-Enriched Environment to Improve Higher-Order Thinking Skills*. Journal of Research on Technology in Education. Hal: 109
- King, F.J.Ph.D, Goodson ,Ludwika, M.S., Rohani ,Faranak, Ph.D.2009. *Higher Order Thinking Skills*.Florida:Center for Advancement of Learning and Assessment
- Lane, Jill, L. 2007. *Inquiry-based Learning*. Pennsylvania: Schreyer Institute for Teaching Excellence University Park
- Lewis, A., & Smith, D. 1993.*Defining higher order thinking. Theory into practice*, 32(3), 131-137.
- Lewy, Zulkardi, dan Aisyah Nyimas. 2009. *Pengembangan Soal Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pokok Bahasan Barisan Dan Deret*

*Bilangan Di Kelas Ix Akselerasi Smp Xaverius Maria Palembang.*

Universitas Sriwijaya: Palembang

Newman, F. M. 1987. *Higher order thinking in the teaching of social studies: connection between theory and practice.* Madison, WI: National Center on Effective Secondary Schools.

Pivec, Paul. 2009. *Game-based Learning or Game-based Teaching?.* UK:Becta.

Prasanti, Widya. 2012. *Efektifitas Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) Menggunakan Metode Berpikir Induktif (Induktive Thinking Metode) Terhadap Pencapaian Belajar Tuntas (Mastery Learning) dan Minat Siswa Pada Pembelajaran Matematika.* Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga

Ramdani, Yani. *Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematika Tingkat Tinggi Melalui Pendekatan Conteztual Teaching and Learning.* (Bandung: Universitas Islam Bandung, 2011)

Sardiman. (2007). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar: Pedoman Bagi Guru dan Calon Guru.* Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Shearer . James D. 2011. *Development Of A Digital Game-Based Learning Best Practices Checklist.* Graduate College Of Bowling Green State University

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Alfabeta: Bandung.

- Sukmadinata, Nana, Syaodih. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung:Remaja Rosdakarya
- Suharsimi Arikunto. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Tanpa nama. 2010. *Juknis Analisis Butir Soal di Sma*. Jakarta Selatan: Direktorat Pembinaan SMA
- Usoof, Hakim. 2012. *Designing for Assesment of Higher Order Thinking: An Undergraduate IT Online Distance Education Course in Sri Lanka*. Umeå:Departement of Applied Educational Science Umeå University Sweden



## DAFTAR PUSTAKA

- Cleverly, Dankay. 2003. *Implementing Inquiry Based Learning*. New York: Routledge
- Eck, Richard, Van. 2006. *Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless*. North Dakota: University of North Dakota
- Foster, Margaret. 2004. *Higher Order Thinking Skills*. Camberwell: ACER Press
- Hopson , Michael,H., Simms, Richard L. and Knezek. Gerald A. *Using a Technology-Enriched Environment to Improve Higher-Order Thinking Skills*. Journal of Research on Technology in Education. Hal: 109
- King, F.J.Ph.D, Goodson ,Ludwika, M.S., Rohani ,Faranak, Ph.D.2009. *Higher Order Thinking Skills*.Florida:Center for Advancement of Learning and Assessment
- Lane, Jill, L. 2007. *Inquiry-based Learning*. Pennsylvania: Schreyer Institute for Teaching Excellence University Park
- Lewis, A., & Smith, D. 1993.*Defining higher order thinking. Theory into practice*, 32(3), 131-137.
- Lewy, Zulkardi, dan Aisyah Nyimas. 2009. *Pengembangan Soal Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pokok Bahasan Barisan Dan Deret*

*Bilangan Di Kelas Ix Akselerasi Smp Xaverius Maria Palembang.*  
Universitas Sriwijaya: Palembang

Newman, F. M. 1987. *Higher order thinking in the teaching of social studies: connection between theory and practice.* Madison, WI: National Center on Effective Secondary Schools.

Pivec, Paul. 2009. *Game-based Learning or Game-based Teaching?.* UK:Becta.

Prasanti, Widya. 2012. *Efektifitas Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) Menggunakan Metode Berpikir Induktif (Induktive Thinking Metode) Terhadap Pencapaian Belajar Tuntas (Mastery Learning) dan Minat Siswa Pada Pembelajaran Matematika.* Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga

Ramdani, Yani. *Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematika Tingkat Tinggi Melalui Pendekatan Contextual Teaching and Learning.* (Bandung: Universitas Islam Bandung, 2011)

Sardiman. (2007). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar: Pedoman Bagi Guru dan Calon Guru.* Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Shearer . James D. 2011. *Development Of A Digital Game-Based Learning Best Practices Checklist.* Graduate College Of Bowling Green State University

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Alfabeta: Bandung.

- Sukmadinata, Nana, Syaodih. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung:Remaja Rosdakarya
- Suharsimi Arikunto. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Tanpa nama. 2010. *Juknis Analisis Butir Soal di Sma*. Jakarta Selatan: Direktorat Pembinaan SMA
- Usoof, Hakim. 2012. *Designing for Assesment of Higher Order Thinking: An Undergraduate IT Online Distance Education Course in Sri Lanka*. Umeå:Departement of Applied Educational Science Umeå University Sweden

# Lampiran I

## Uji Pra Penelitian (Penentuan Sampel)

1. Hasil Wawancara Guru Pra Penelitian
2. Daftar Nilai UAS Semester I Kelas XI IPA 2 dan XI IPA 4
3. *Output* Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel

**Lampiran 1.1****HASIL WAWANCARA PRA PENELITIAN**

Hari, Tanggal : Senin, 4 Februari 2013

Subjek : Guru Bidang Studi Fisika

Tempat : Ruang Guru

Waktu : 10.00-10.30 WIB

**Wawancara antara peneliti (P) dan guru bidang studi (G).**

P : “*Assalamu’alaikum*, maaf mengganggu, ada waktu sebentar Pak?”

G : “*Wa’alaikumsalam*, ya ada Mas, ada yang bisa dibantu?”

P : “Begini Pak, saya mau mencari informasi dari Bapak tentang pembelajaran fisika di SMA Negeri 8 Yogyakarta, bagaimana Pak?”

G : “Oh ya boleh Mas Antok, silakan”.

P : “Terima kasih Pak sebelumnya. Begini Pak saya mau tanya, biasanya Bapak kalau mengajar menggunakan pembelajaran yang seperti apa?”

G : “Saya biasanya menggunakan metode ceramah, diskusi, dan terkadang demonstrasi. Saya awali dengan memberikan apersepsi kemudian menjelaskan materi, memberi latihan soal serta langkah penyelesaiannya, setelah itu memberi soal latihan terkait dengan materi yang diajarkan.”

- P : “Apakah dalam pembelajaran siswa kelihatan antusias dan bersemangat menerima pelajaran atau tidak Pak?”
- G : “Macem-macam Mas, ada yang antusias ada juga yang tidak. Tapi kebanyakan kalau belajar fisika ya seperti itu. Mereka menganggap fisika itu pelajaran yang sulit dan menakutkan, sehingga mereka cenderung malas.”
- P : “Jadi minat belajar siswa untuk belajar fisika masih bisa dikatakan rendah ya Pak?”
- G : “Iya Mbak, bisa dibilang begitu.”
- P : “Materi termodinamika kan ada di semester II ini ya Pak, sudah disampaikan belum?”
- G : “Belum Mbak, sekarang materinya masih yang awal-awal kebetulan ada guru baru yang mengampu materi fluida, jadi sekarang saya masih sampai materi teori kinetik gas”
- P : “Menurut Bapak, respon siswa sendiri mengenai materi semester dua yang paling membuat anak kesulitan apa ya Pak?”
- G : “Biasanya siswa mengalami kesulitan di bab teori kinetik gas dan termodinamika. tapi kebanyakan yang paling keulitan dibidang termodinamika.”
- P : “Kira-kira kenapa ya Pak? Biasanya untuk materi termodinamika Bapak memakai metode apa?”
- G : “kemungkinan karena termodinamika tu terlalu teoritis, jadi kalau saya memakai pembelajaran biasa, siswa masih belum mudah menangkap apa yang disampaikan.”

- P : “Jadi begitu ya Pak.. Begini Pak, saya berencana melakukan penelitian pembelajaran untuk skripsi saya, kira-kira bisa apa tidak ya Pak?”
- G : “Bisa saja. Kira-kira kelas berapa dan materi apa?”
- P : “Saya berencana melakukan penelitian di kelas XI dan untuk materinya Termodinamika Pak.”
- G : “Prosedur penelitiannya seperti apa Mas?”
- P : “Saya berencana menerapkan strategi pembelajaran dengan pendekatan Inquiry menggunakan *game* yang saya buat memakai flash Pak. Bagaimana Pak kira-kira?”
- G : “*gae* flashnya itu seperti apa? apakah seperti parampa quiz yang dulu digunakan ketika anda PLP?”
- P : “Iya pak seperti itu, jadi inginnya saya mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi dan minat siswa Pak”
- G : “Iya Mas. Trus ntar langkah-langkahnya gimana Mbak?”
- P : “Saya akan menggunakan pembelajaran dengan pendekatan inquiry yang digunakan untuk mengakomodasi kemampuan berpikir tingkat tinggi dan metode parampa quiz untuk meningkatkan minat siswa Pak, kemungkinan nanti saya membutuhkan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran ekspositori dan kelas eksperimen yang menggunakan metode yang tadi. Nah, biasanya bapak menekankan gaya belajar siswa yang seperti apa?”
- G : “Kan fisika banyak rumus, konsep, dan hitung-hitungannya, ya saya menerapkannya dengan menekankan ke konsep dan perhitungannya. jadi mungkin nanti gamenya bisa memuat materi dan konsep yang dalam ya Mas”

- P : “iya Pak, nanti saya kondisikan agar apa yang dimuat dalam game dapat tersampaikan dengan baik. Saya kira informasi yang saya peroleh sudah cukup banyak, terima kasih banyak Pak atas waktunya. Mohon maaf sudah mengganggu.”
- G : “Ya berarti nanti diatur saja jadwal penelitiannya dan surat ijin ke pemerintah kota segera diurus, serta persiapkan RPP serta instrumen yang akan diberikan.”
- P : “Iya Pak, terima kasih. Mungkin itu saja dulu. Kalau begitu, saya pamit dulu ya Pak.”
- G : “Sama-sama. Hati-hati Mas.”
- P : “Iya Pak, *Assalamu’alaikum...*”
- G : “*Wa’alaikumsalam...*”

Yogyakarta, 4 Februari 2013  
Guru Fisika SMA Negeri 8 Yogyakarta

Bakti Sukmoko Aji, S.Pd  
NIP. 19700907 199802 2 004



**Lampiran 1.2****DAFTAR NILAI UAS SEMESTER 1 KELAS XI IPA 2 DAN XI IPA 4****T.P 2012/2013**

No	Nilai	
	XI IPA 2	XI IPA 4
1	85	75
2	78	78
3	90	79
4	85	76
5	80	80
6	78	77
7	78	80
8	75	85
9	75	75
10	82	79
11	78	85
12	80	75
13	76	75
14	79	85
15	79	80
16	76	
17	78	78
18	76	80
19	76	80
20		85
21	79	76
22	79	75
23	79	80
24	76	75
25	79	79
26		82
27	79	
28	85	78
29	79	79

30	79	75
31	79	79
32	76	82
Rerata	79,106	78,900



### Lampiran 1.3

## OUTPUT UJI NORMALITAS DAN UJI HOMOGENITAS SAMPLE

### 1. Output Uji Normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
jenis		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nilai	kontrol	.254	32	.000	.830	32	.000
	eksperimen	.177	32	.012	.927	32	.032

a. Lilliefors Significance Correction

### 2. Output Uji Homogenitas

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Nilai	Equal variances assumed	.688	.410
	Equal variances not assumed		

# Lampiran II

## Isntrumen Pembelajaran

1. Silabus
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kelas Eksperimen

## Lampiran 2.1

### SILABUS PEMBELAJARAN

Satuan Pendidikan : SMA N 8 Yogyakarta  
 Kelas / Program : XI/IPA  
 Semester : Genap  
 Program Layanan : RSBI  
 Mata Pelajaran : Fisika  
 Standar Kompetensi : Menerapkan konsep termodinamika dalam mesin kalor

KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
3.2 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika	<b>XI.</b> <b>Termodinamika</b> A. Sistem dan proses termodinamika	Tatap Muka : <ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan informasi (ceramah) yang disertai tanya jawab untuk mengungkap kembali konsep kalor.</li> <li>Melakukan diskusi kelas untuk mengidentifikasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengidentifikasi pengertian sistem dan proses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuis Tertulis</li> <li>Pengamatan keaktifan siswa pada saat tanya jawab, Kinerja keteram</li> </ul>	18 x 45 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buku paket</li> </ul>

KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
	B. Usaha Gas	<p>konsep sistem, proses, dan siklus.</p> <p>Penugasan terstruktur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Latihan Soal, pendalaman materi, Kuis tertulis</li> </ul> <p>KMTT :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengerjakan Tugas PR</li> </ul> <p>Tatap Muka :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan informasi yang diteruskan dengan diskusi kelas untuk mendeskripsikan usaha yang dilakukan oleh lingkungan kepada gas untuk tekanan tetap.</li> <li>• Memberikan informasi yang disertai dengan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendeskripsikan dan memformulasikan usaha pada gas dengan berbagai proses.</li> <li>• Mendeskripsikan dan memformulasikan energi dalam.</li> </ul>	<p>pilan dalam peragaan dan percobaan serta sikap</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tugas mandiri dan kelompok</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku referensi</li> <li>• Sarana/ media : LCD, slide, CD pembelajaran</li> </ul>

KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
		<p>tanya jawab untuk menjelaskan pengertian proses-proses isothermal, isokhorik, isobarik, dan adiabatik beserta persamaannya.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pengamatan peragaan (demonstrasi) yang disertai dengan tanya jawab untuk menunjukkan proses isothermal dan adiabatik.</li> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan konsep usaha dalam (energi dalam) dan usaha luar.</li> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan konsep <math>c_p</math> dan <math>c_v</math>, serta hubungan keduanya.</li> <li>• Melakukan diskusi kelompok untuk</li> </ul>				

KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
		<p>membahas persoalan yang berkaitan dengan materi yang telah dipelajari</p> <p>Penugasan terstruktur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Latihan Soal, pendalaman materi, Kuis tertulis</li> </ul> <p>KMTT :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengerjakan Tugas PR</li> </ul> <p>Tatap Muka :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan ceramah yang disertai dengan tanya jawab untuk menjelaskan hukum I termodinamika dan merumuskannya.</li> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menunjukkan siklus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memformulasikan hukum I dan II termodinamika dan penerapannya.</li> <li>• Mengaplikasikan</li> </ul>			



KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
	C. Hukum Pertama Termodinamika	<p>termodinamika.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan siklus Carnot yang merupakan siklus yang ideal.</li> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan usaha yang dilakukan gas dalam siklus Carnot.</li> <li>• Melakukan demonstrasi yang disertai tanya jawab untuk menjelaskan bahwa kalor tidak mungkin berpindah dari sistem bersuhu rendah ke sistem bersuhu tinggi secara spontan.</li> </ul> <p>Penugasan terstruktur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Latihan Soal,</li> </ul>	hukum I dan II termodinamika pada masalah fisika sehar-hari.			

KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
		<p>pendalaman materi, Kuis tertulis</p> <p>KMTT :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengerjakan Tugas PR</li> </ul> <p>Tatap Muka :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan informasi yang diteruskan dengan diskusi kelas untuk menjelaskan hukum II termodinamika.</li> <li>• Melakukan diskusi untuk menjelaskan prinsip dasar lemari es dan pendingin ruangan berdasarkan hukum II</li> </ul>				

KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
	D. Hukum Kedua Termodinamika	<p>termodinamika.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan mesin bensin (siklus Otto).</li> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan mesin Diesel (siklus Rankine).</li> <li>• Melakukan diskusi kelas untuk menalarakan pengertian entropi.</li> <li>• Melakukan diskusi untuk menerapkan entropi pada kehidupan sehari-hari.</li> <li>• Melakukan diskusi kelompok untuk</li> </ul>				

KD/ SUB KOMPETENSI	MATERI POKOK PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	INDIKATOR	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
		<p>membahas persoalan yang berkaitan dengan termodinamika.</p> <p>Penugasan terstruktur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Latihan Soal, pendalaman materi, Kuis tertulis</li> </ul> <p>KMTT :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengerjakan Tugas PR</li> </ul>				

#### NILAI BUDAYA DAN PENGEMBANGAN KARAKTER

1. Religius
2. Tanggung jawab
3. Mandiri
4. Kreatif
5. Displin
6. Jujur
7. Rasa Ingin tahu
8. Kerja Keras

## Lampiran 2.2

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN  
KELAS EKSPERIMEN**

Nama sekolah	: SMA Negeri 8 Yogyakarta
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/ Semester	: XI/ 2
Tahun Ajaran	: 2012/2013
Jumlah Pertemuan	: 4 x 45 menit

**A. Standar Kompetensi :**

5. Menerapkan konsep dan prinsip kalor, konservasi energi, dan sumber energi dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.

**B. Kompetensi dasar :**

- 5.4 Menganalisis dan menerapkan hukum termodinamika

**C. Indikator Pencapaian Kompetensi**

- 5.4.1 Menganalisis keadaan gas karena perubahan suhu, tekanan dan volume
- 5.4.2 Menggambarkan perubahan keadaan gas dalam diagram P - V
- 5.4.3 Memformulasikan hukum I Termodinamika dan penerapannya
- 5.4.4 Mengaplikasikan hukum II Termodinamika pada masalah fisika sehari-hari
- 5.4.5 Memformulasikan siklus Carnot
- 5.4.6 Merumuskan proses reversibel dan takreversibel

**D. Tujuan Pembelajaran :**

Setelah pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat :

1. Menganalisis keadaan gas karena perubahan suhu, tekanan dan volume
2. Menggambarkan perubahan keadaan gas dalam diagram P - V
3. Memformulasikan hukum I Termodinamika dan penerapannya
4. Mengaplikasikan hukum II Termodinamika pada masalah fisika sehari-hari
5. Memformulasikan siklus Carnot
6. Merumuskan proses reversibel dan takreversibel

**E. Materi Ajar :**

## a. Hukum Pertama Termodinamika

Saat ini kita mengkonsumsi energi dalam jumlah yang sangat besar. Energi ini sebagian besar diperoleh dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi, gas alam, batu bara). Ada kekhawatiran bahwa peningkatan konsumsi energi ini tidak sebanding dengan ditemukannya sumber-sumber energi yang baru. Oleh karena itu, kita harus menemukan cara yang lebih efisien dalam menggunakan sumber-sumber energi yang ada. Penggunaan energi secara efisien harus konsisten dengan hukum-hukum alam, seperti hukum kekekalan energi.

Hukum pertama termodinamika adalah bentuk lain dari hukum kekekalan energi yang diaplikasikan pada perubahan energi dalam yang dialami oleh suatu sistem. Sistem didefinisikan sebagai sejumlah zat dalam suatu wadah, yang menjadi pusat

perhatian kita untuk dianalisis. Segala sesuatu di luar sistem disebut lingkungan. Sistem dipisahkan dari lingkungan oleh suatu batas sistem. Batas ini bisa tetap atau bergerak, misalnya penghisap.

## 1) Pengertian Usaha, Kalor, dan Energi

### a) Pengertian Usaha dan Kalor

Usaha yang dilakukan pada (atau oleh) sistem adalah ukuran energi yang dipindahkan dari sistem ke lingkungan, atau sebaliknya. Sedangkan, energi mekanik (kinetik maupun potensial) sistem adalah energi yang dimiliki sistem akibat gerak dan koordinat kedudukannya. Dengan demikian, ketika Anda melakukan usaha pada suatu sistem, energi dipindahkan dari diri Anda ke sistem. Adalah istilah yang salah konsep jika Anda menyatakan tentang usaha sebuah sistem. Istilah yang benar adalah mengatakan bahwa usaha dikerjakan pada (atau oleh) sebuah sistem.

Anda juga harus membedakan antara kalor dan energi. Kalor mirip seperti usaha, yaitu hanya muncul jika terjadi perpindahan energi antara sistem dan lingkungan. Kalor muncul ketika energi dipindahkan akibat adanya perbedaan suhu atau perubahan wujud zat. Jadi, istilah kalor sebenarnya kurang tepat; yang tepat adalah aliran kalor.

### b) Pengertian Energi Dalam

Ketika suatu benda sedang bergerak, benda tersebut memiliki energi kinetik dan berdasarkan energi kinetik ini benda dapat melakukan usaha. Serupa dengan itu, benda yang berada pada ketinggian tertentu dari suatu acuan memiliki energi potensial dan berdasarkan energi potensial ini benda juga dapat melakukan usaha. Kedua macam energi ini disebut energi luar.

Sebagai tambahan terhadap energi luar ini, setiap benda memiliki energi yang tidak tampak dari luar. Energi ini disebut energi dalam. Energi dalam berhubungan dengan aspek mikroskopik zat. Kita ketahui bahwa setiap zat terdiri dari atom-atom atau molekul-molekul yang bergerak terus-menerus. Dari gerakan ini, zat memiliki energi kinetik. Antara molekul-molekul zat juga terdapat gaya yang disebut gaya antarmolekul. Karena gaya antarmolekul ini, molekul-molekul memiliki energi potensial. Jumlah energi kinetik dan energi potensial yang berhubungan dengan atom-atom atau diabaikan, sehingga energi potensial molekul-molekul zat disebut energi dalam. Untuk gas ideal, gaya antarmolekul dapat diabaikan, sehingga energi potensial molekul-molekul adalah nol. Dengan demikian, energi dalam hanyalah total energi kinetik dari seluruh molekul.

Energi dalam adalah suatu sifat mikroskopik zat, sehingga tidak dapat diukur secara langsung. Yang dapat diukur secara tidak langsung adalah perubahan energi dalam (notasi  $\Delta U$ ), yaitu ketika sistem berubah dari keadaan awal (diberikan indeks 1) ke keadaan akhir (diberikan indeks 2).

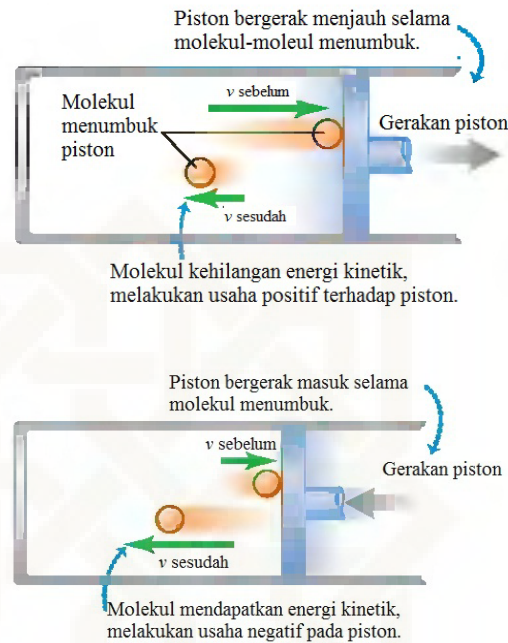
Perubahan energi dalam dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

## 2) Formulasi Usaha, Kalor, dan Energi Dalam

### a) Formulasi Usaha

Perhatikan suatu sistem gas yang berada dalam wadah silinder yang ditutup oleh sebuah pengisap yang dapat bergerak. Tekanan dalam sistem dijaga tetap oleh tekanan atmosfer dan berat pengisap beserta balok di atasnya. Proses yang terjadi pada tekanan tetap disebut proses adiabatik.



**Gambar 1. Kerja pada proses isobarik**

Perpindahan kedudukan pengisap disebabkan oleh usaha yang dilakukan gas (sistem) terhadap pengisap dan balok di atasnya (lingkungan). Bagaimanakah bentuk persamaannya?

Usaha  $W$  dapat dihitung dari persamaan  $W = Fs$  dengan  $F$  ditimbulkan oleh tekanan gas  $p$  yang bekerja pada bagian bawah pengisap, yang besarnya  $F = pA$ , sehingga usaha  $W$  dapat ditulis:  $W = (pA)s$ . karena  $As$  sama dengan perubahan volume gas,  $\Delta V = V_2 - V_1$ , dengan  $V_2$  dan  $V_1$ , adalah volume akhir dan awal, maka usaha  $W$  dapat dinyatakan oleh persamaan.

Usaha pada proses isobarik dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$W = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

Rumus  $W = p\Delta V$  hanya dapat digunakan untuk menghitung usaha gas pada tekanan tetap (proses isobarik). Jika tekanan gas berubah, usaha  $W$  harus dihitung dengan cara integral. Secara umum, usaha dihitung dengan persamaan integral berikut.

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Usaha dalam proses siklus

Usaha yang dilakukan oleh (atau pada) sistem gas yang menjalani suatu proses siklus (grafik  $p$ - $V$ -nya diberikan) sama dengan luas daerah yang dimuat oleh siklus tersebut.

## b) Formulasi Kalor

Kalor yang diserap (atau diberikan) oleh sistem gas dapat dihitung dari rumus kalor, yaitu

$$Q = mc\Delta T \text{ atau } Q = C\Delta T$$

Dengan  $c$  adalah kalor jenis gas dan  $C$  adalah kapasitas kalor gas.

## c) Formulasi Energi Dalam

Telah Anda ketahui bahwa untuk gas ideal, energi dalam gas sama dengan total energi kinetik dari seluruh molekul-molekul gas. Dalam bab teori kinetik gas telah diformulasikan energi dalam sebagai berikut.

$$\text{Gas monoatomik} \quad U = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}nRT$$

$$\text{Gas diatomik} \quad U = \frac{5}{2}NkT = \frac{5}{2}nRT$$

dengan  $N$  = jumlah molekul

$n$  = mol

$k$  = tetapan Boltzmann ( $k = 1,38 \times 10^{-23}$  J/K)

$R$  = tetapan umum gas ( $R = 8,31$  J/mol)

Tentu saja perubahan energi dalam  $\Delta U$  untuk sistem yang berubah dari suhu awal  $T_1$  ke suhu  $T_2$  dapat dinyatakan sebagai

$$\text{Gas monoatomik} \quad \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$$

$$\text{Gas diatomik} \quad \Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_1)$$

dengan  $\Delta U = U_2 - U_1$

persamaan diatas dengan jelas menunjukkan bahwa perubahan energi dalam sistem hanya bergantung pada suhu awal dan suhu akhir. Dengan kata lain, perubahan energi dalam  $\Delta U$  hanya bergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir sistem, dan tidak bergantung pada lintasan yang ditempuh sistem untuk mencapai keadaan itu. Karena itu, energi dalam termasuk fungsi keadaan.

## 3) Proses-Proses Termodinamika Gas

Keadaan suatu gas dapat kita lukis pada grafik  $p$ - $V$ . Dalam bagian ini, kita akan membahas empat macam proses termodinamika gas: isobarik, isokhorik, isothermal, dan adiabatik. Pada tiap proses kita akan menggambarkan grafik  $p$ - $V$ -nya, menuliskan persamaan keadaan yang dipenuhi, dan menurunkan rumus usahanya.

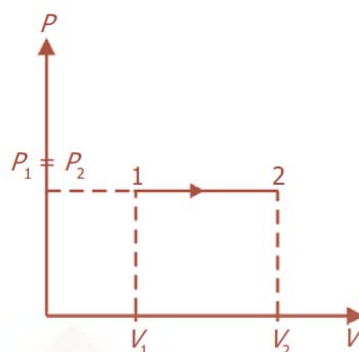
## a) Proses Isobarik

Proses Isobarik adalah proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap. Persamaan keadaan untuk proses isobarik ( $p$  tetap) adalah

$$\text{Persamaan keadaan isobarik} \quad \frac{V}{T} = C \text{ atau } \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$$

Ini adalah hukum Gay-Lussac. Grafik  $p$ - $V$  proses isobarik ditunjukkan pada Gambar 2.





**Gambar 2. Proses Isobarik**

Sedangkan rumus usahanya telah dinyatakan pada persamaan berikut

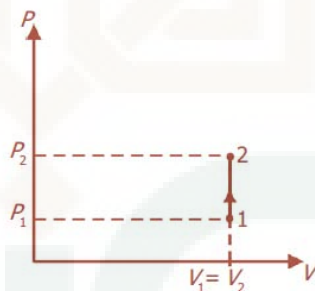
Usaha Isobarik 
$$W = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

b) Proses Isokhorik

Proses isokhorik atau isovolumik adalah proses perubahan gas pada volume tetap. Persamaan keadaan untuk proses isokhorik ( $V$  tetap) adalah

Persamaan keadaan isokhorik  $\frac{pV}{T} = c$ , karena  $V$  tetap  $\frac{p}{T} = C$   
 atau  $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$

Ini adalah hukum Charles.



**Gambar 3. Proses Isokhorik**

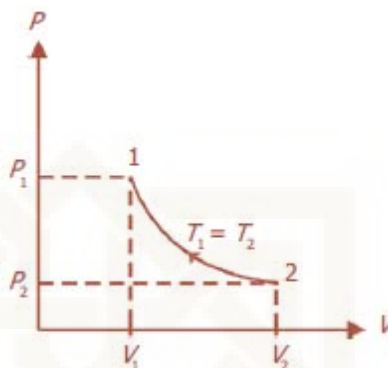
Gas akan memuai jika hal itu dapat dilakukannya, tetapi wadah yang kaku menjaga volumenya tetap, sehingga grafik  $p$ - $V$  untuk proses ini ditunjukkan pada Gambar 3, berupa garis lurus vertikal. Pemuaiian wadah gas itu sendiri diabaikan. Karena volume tetap, tekanan gas di dalam wadah naik, dan gas melakukan gaya yang semakin membesar pada dinding. Walaupun gaya yang sangat besar dapat dibangkitkan dalam wadah tertutup, usaha sama dengan nol karena dinding wadah tidak berpindah. Ini konsisten dengan luas daerah di bawah grafik  $p$ - $V$ , yaitu luas dibawah garis lurus vertikal adalah nol.

c) Proses Isotermal

Proses isotermal adalah proses perubahan keadaan gas pada suhu tetap. Persamaan keadaan untuk proses isotermal ( $T$  tetap) adalah

Persamaan keadaan isothermal  $\frac{pV}{T} = C$ , karena  $V$  tetap  $pV$   
atau  $p_2V_2 = p_1V_1$

Ini adalah hukum Boyle. Grafik  $p$ - $V$  proses isothermal  $pV = C$  atau  $p = \frac{C}{V}$   
berbentuk hiperbola seperti yang ditunjukkan pada



**Gambar 4. Proses Isothermal**

Usaha yang sama dengan luas daerah di bawah grafik  $p$ - $V$  (luas raster pada Gambar 4) harus dihitung secara integral dengan menggunakan persamaan

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV$$

Dari persamaan gas ideal telah kita peroleh  $p = \frac{nRT}{V}$ , sehingga

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} \, dV$$

Karena  $nRT$  tetap, faktor tersebut dapat dikeluarkan dari tanda integral. Kemudian, dengan menggunakan sifat integral  $\int \frac{dx}{x} = \ln x$ , kita peroleh

$$W = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT [\ln V]_{V_1}^{V_2} = nRT [\ln V_2 - \ln V_1]$$

$$\text{Usaha Isothermal} \quad W = nRT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

#### d) Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah proses perubahan keadaan gas di mana tidak ada aliran kalor yang masuk ke dalam sistem atau keluar dari sistem. Dengan kata lain, pada proses adiabatik  $Q = 0$ . Sebuah proses menunjukkan susunan  $n$  mol suatu gas ideal yang melakukan usaha dalam keadaan-keadaan adiabatik, memuai secara statis dari volume awal  $V_1$  ke volume akhir  $V_2$ . Susunannya mirip dengan gambar pada pemuaian isothermal. Akan tetapi, usaha yang berbeda dilakukan dalam proses ini, sebab wadah silinder sekarang dikelilingi oleh bahan yang menahan aliran kalor (bahan isolator), sehingga  $Q = 0$ .

Proses adiabatik sangat penting dalam bidang rekayasa. Beberapa contoh proses adiabatik meliputi pemuaian gas panas dalam suatu mesin diesel,

pemuaiian gas cair dalam sistem pendingin, dan langkah kompresi dalam mesin diesel.

Persamaan yang menyatakan lengkung adiabatik di antara tekanan beserta volume awal ( $p_1, V_1$ ) dan ekanan beserta volume akhir ( $p_2, V_2$ ) dapat diturunkan dengan menggunakan teknik integral. Hasilnya adalah

$$\text{Persamaan keadaan adiabatik} \quad p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

#### 4) Hukum Pertama Termodinamika Gas

##### a) Pernyataan Hukum Pertama Termodinamika

Energi dalam sistem juga dapat berubah karena usaha. Misalkan, suatu sistem melakukan usaha  $W$  pada lingkungannya dan tidak ada aliran kalor, maka suhu sistem akan berkurang dari suhu awal  $T_1$ , menjadi suhu akhir  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ). Ini berarti energi dalam sistem juga berkurang dari  $U_1$  menjadi  $U_2$  dengan  $U_1 > U_2$ , sehingga  $\Delta U$  bernilai negatif. Sesuai dengan hukum kekekalan energi, perubahan energi dalam sistem adalah  $\Delta U = U_2 - U_1 = -W$ .

Hukum pertama termodinamika

Energi dalam suatu sistem berubah dari nilai awal  $U_1$  ke nilai akhir  $U_2$  sehubungan dengan kalor  $Q$  dan usaha  $W$ :

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W$$

##### b) Hukum Pertama pada Berbagai Proses Termodinamika Gas

Proses Isotermal

Pada proses isotermal, suhu awal gas  $T_1$  sama dengan suhu akhir gas  $T_2$  (atau  $T_2 = T_1$ ). Dengan demikian,  $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T = 0$ . hukum pertama termodinamika memberikan

$$\Delta U = Q - W; \quad 0 = Q - W \quad \text{atau} \quad Q = W$$

Pada proses isotermal  $\Delta U = 0$  dan  $Q = W$

Proses Isokhorik

Pada proses isokhorik, volume gas tetap ( $V_1 = V_2$  atau  $\Delta V = 0$ ), sehingga usaha  $W = 0$ . Hukum pertama termodinamika memberi

$$\Delta U = Q - W; \quad \Delta U = Q - 0 \quad \text{atau} \quad \Delta U = Q$$

Pada proses Isokhorik  $W = 0$  dan  $\Delta U = Q$

Proses Adiabatik

Pada proses adiabatik,  $Q = 0$ , sehingga hukum pertama termodinamika memberikan

$$\Delta U = Q - W; \quad \Delta U = 0 - W \quad \text{atau} \quad \Delta U = -W$$

Pada proses adiabatik  $Q = 0$  dan  $\Delta U = -W$

#### 5) Kapasitas Kalor Gas

Pengertian Kapasitas Kalor

Ada tiga besaran yang umum digunakan untuk menghitung kalor yang diterima atau dilepaskan oleh suatu gas: kalor jenis, kapasitas kalor, dan kapasitas kalor molar. Ketiga besaran ini saling berhubungan, sehingga jika rumus salah satu besaran diketahui, maka rumus kedua besaran lainnya dapat diperoleh.

Di kelas X Anda telah mendefinisikan kapasitas kalor  $C$  sebagai kalor  $Q$  yang diperlukan oleh suatu zat untuk menaikkan suhu zat itu sebesar satu kelvin.

$$\text{Definisi kapasitas kalor} \quad C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C\Delta T$$

Satuan SI untuk kapasitas kalor adalah J/K.

Kalor yang diberikan kepada gas untuk menaikkan suhunya dapat dilakukan pada tekanan tetap (proses isobarik) atau pada volume tetap (proses isokhorik). Karena itu, ada dua jenis kapasitas kalor yang dikenal pada gas, yaitu kapasitas kalor gas pada tekanan tetap  $C_p$  dan kapasitas kalor gas pada volume tetap  $C_v$ .

Kapasitas kalor gas pada tekanan tetap  $C_p$  didefinisikan sebagai kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat satu kelvin pada tekanan tetap.

$$\text{Kapasitas kalor pada tekanan tetap} \quad C_p = \frac{Q_p}{\Delta T} \text{ atau } Q_p = C_p\Delta T$$

Kapasitas kalor gas pada volume tetap  $C_v$  didefinisikan sebagai kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat satu kelvin pada volume tetap.

$$\text{Kapasitas kalor pada tekanan tetap} \quad C_v = \frac{Q_v}{\Delta T} \text{ atau } Q_v = C_v\Delta T$$

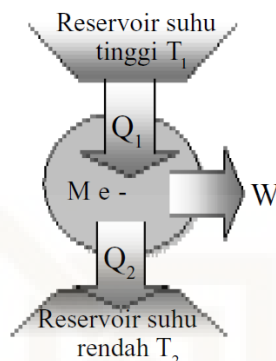
## b. Hukum Kedua Termodinamika

Hukum pertama termodinamika secara esensial adalah hukum kekekalan energi yang memasukkan kalor sebagai model perpindahan energi. Menurut hukum pertama, energi dalam suatu zat dapat ditingkatkan dengan menambahkan kalor ke zat atau dengan melakukan usaha pada zat. Hukum pertama tidak membatasi tentang arah perpindahan kalor yang dapat terjadi. Hukum kedua termodinamika mengatakan bahwa aliran kalor memiliki arah. Dengan kata lain, tidak semua proses di alam adalah *reversibel* (arahnya dapat dibalik). Jika seekor beruang kutub berbaring di salju, kalor dari tubuhnya akan mencairkan salju, tetapi beruang tidak dapat mengambil energi dari salju untuk menghangatkan tubuhnya. Dengan demikian, aliran energi kalor memiliki arah, yaitu dari panas ke dingin. Satu aplikasi penting dari hukum kedua adalah studi tentang mesin kalor, seperti mesin bensin pada mobil dan prinsip-prinsip yang membatasi efisiensinya.

### 1) Mesin Kalor

Mesin kalor adalah suatu alat yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik. Dalam mesin mobil, misalnya, energi panas hasil pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi gerak mobil. Tetapi, dalam semua mesin kalor kita ketahui bahwa pengubahan energi panas ke energi mekanik selalu disertai pengeluaran gas buang, yang membawa sejumlah energi panas. Dengan demikian, hanya sebagian energi panas hasil pembakaran bahan bakar yang diubah ke energi mekanik.

Sebuah mesin kalor membawa sejumlah fluida kerja melalui suatu proses siklus di mana (1) kalor diserap dari sebuah sumber suhu tinggi, meningkatkan energi dalam mesin; (2) mengubah sebagian energi dalam ini e usaha mekanik; dan (3) membuang energi sisa sebagian kalor ke sebuah sumber suhu rendah.



Gambar 5. Skema Mesin Kalor

Untuk memudahkan Anda mengerti tentang mesin kalor, ditampilkan diagram skematik sebuah mesin, ditampilkan diagram skematik sebuah mesin kalor. Mesin menyerap sejumlah kalor  $Q_1$  dari sumber panas, melakukan usaha mekanik  $W$ , dan kemudian membuang kalor  $Q_2$  ke sumber dingin. Karena fluida kerja melalui suatu proses siklus (berawal dari satu keadaan dan kembali ke keadaan tersebut), maka jelas  $\Delta U = 0$ . Dengan demikian, hukum pertama termodinamika memberikan usaha  $W$  yang dilakukan oleh mesin kalor sama dengan kalor yang digunakan mesin. Kalor yang digunakan mesin adalah

$$Q = Q_1 - Q_2; \text{ dan karena itu}$$

$$W = Q_1 - Q_2$$

di mana  $Q_1$  dan  $Q_2$  adalah besaran-besaran yang bertanda positif.

Jika fluida kerjanya adalah gas, seperti telah dibahas sebelumnya, maka usaha yang dilakukan fluida kerja untuk sebuah proses siklus sama dengan luas yang dimuat siklus pada diagram  $p$ - $V$ . Efisiensi termal sebuah mesin kalor adalah nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus.

Definisi efisiensi mesin kalor

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

## 2) Hukum Kedua Termodinamika

Dalam bagian ini akan kita tampilkan dua formulasi dari hukum kedua termodinamika yang berguna untuk memahami konversi energi panas ke energi mekanik, yaitu formulasi yang dikemukakan oleh Kelvin-Planck dan Rudolf Clausius.

Efisiensi menyatakan nilai perbandingan dari usaha mekanik yang diperoleh dengan energi panas yang diserap dari sumber suhu tinggi. Persamaan efisiensi menunjukkan bahwa sebuah mesin kalor memiliki efisiensi 100% ( $\eta = 1$ ) hanya jika  $Q_2 = 0$ , yaitu etika tidak ada kalor yang dibuang ke sumber dingin. Dengan kata lain, suatu mesin kalor dengan efisiensi sempurna harus mengubah semua

kalor yang diserap menjadi usaha mekanik. Pernyataan ini mungkin untuk hukum pertama termodinamika, tetapi tidak mungkin untuk hukum kedua termodinamika.

Dengan demikian, hukum kedua termodinamika dapat dinyatakan sebagai berikut.

*Formulasi Kelvin-Planck*

*Tidak mungkin untuk membuat sebuah mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata mengubah energi panas yang diperoleh dari suatu sumber pada suhu tertentu seluruhnya menjadi usaha mekanik.*

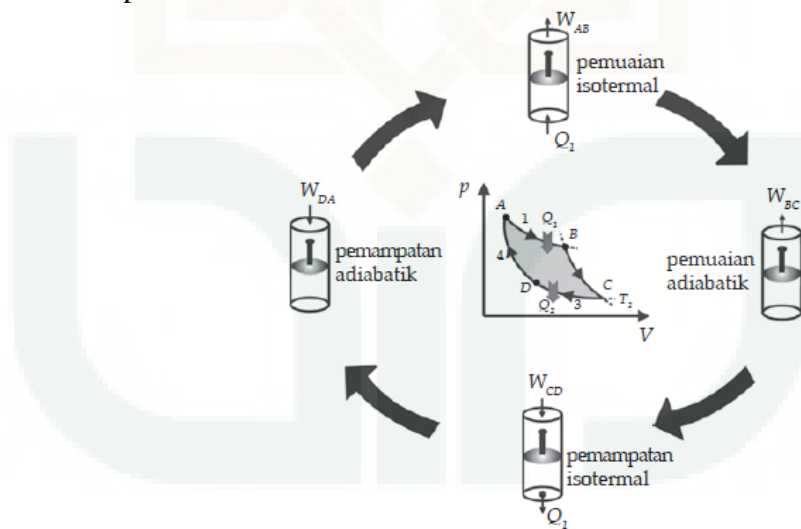
Perhatikan diagram mesin pada Gambar 5 Muncul pertanyaan, dapatkah kita mengambil energi dari sumber dingin (suhu rendah) dan memindahkan seluruhnya ke sumber panas (suhu tinggi) tanpa memberikan energi pada pompa untuk melakukan usaha? Ternyata tidak bisa. Peristiwa inilah yang dinyatakan oleh Rudolf Clausius (1822-1888), ahli matematika dan fisika Jerman, dalam hukum kedua termodinamika.

*Formulasi Clausius*

*Tidak mungkin untuk membuat sebuah mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata memindahkan energi panas dari suatu benda dingin ke benda panas.*

3) Siklus Carnot

Hingga kini, mesin-mesin kalor yang diproduksi tidak memiliki efisiensi yang cukup tinggi. Seperti mesin-mesin yang memiliki efisiensi lebih dari 50% sangat jarang ditemukan. Pertanyaannya adalah berapa efisiensi tertinggi yang pernah dicapai oleh sebuah mesin?



**Gambar 6. Skema Siklus Carnot**

Mesin kalor yang memiliki efisiensi tertinggi adalah mesin Carnot. Adalah seorang ilmuwan Perancis, Sadi Carnot (1796-1832), yang pertama kali mempelajari mesin ini. Mesin Carnot memiliki dua siklus yang terdiri dari dua proses adiabatik dan dua proses isothermal. Perhatikan Gambar 6. DA dan BC merupakan proses adiabatik dan AB dan CD merupakan proses isothermal. Kalor diserap dari sumber panas tinggi pada proses AB saja dan kalor dilepaskan ke sumber panas rendah pada proses CD saja. Tidak ada kalor yang dipindahkan

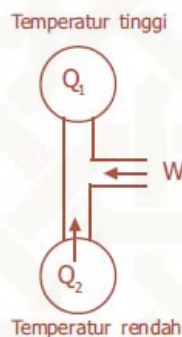
karena proses  $DA$  dan  $BC$  berada pada keadaan adiabatik. Efisiensi mesin Carnot dituliskan sebagai berikut.

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$$

Walaupun mesin Carnot merupakan mesin kalor yang paling efisien namun mesin ini tidak pernah benar dibuat dan hanya sebuah teori.

#### 4) Mesin pendingin

Mesin pendingin memiliki arah aliran kalor yang berkebalikan dengan mesin kalor. Kalor pada mesin pendingin mengalir dari sumber panas rendah menuju sumber panas tinggi. Proses tersebut hanya terjadi jika sistem diberikan kerja dari luar, karena kalor tidak akan mengalir dari sumber panas rendah menuju sumber panas tinggi secara otomatis.



**Gambar 7. Skema Mesin Pendingin**

Berdasarkan hukum kekekalan energi kita mendapatkan

$$W = Q_1 - Q_2$$

Sebuah mesin pendingin yang bagus adalah mesin yang mendapatkan panas terbanyak dari sumber panas rendah setiap satuan usaha. Sehingga dapat dituliskan sebagai berikut

$$\eta = \frac{Q_1}{W}$$

#### **F. Alokasi Waktu :**

2 x 45 menit

#### **G. Metode, Strategi dan Pendekatan**

##### 1. Metode Pembelajaran

- a. Informasi/ceramah
- b. Diskusi
- c. Tanya jawab
- d. Parampaa Quiz

##### 2. Strategi

Cooperative Learning

##### 3. Pendekatan

*Inquiry*

**H. Kegiatan Pembelajaran :**

Pertemuan pertama (2 x 45 menit) :

**1. Kegiatan Pendahuluan (10 menit)**

<b>Kegiatan Guru</b>	<b>Kegiatan Peserta Didik</b>	<b>Langkah- Langkah Inkuiri Terbimbing</b>	<b>Aspek Berpikir Tingkat Tinggi</b>	<b>Alokasi Waktu</b>
Memberikan salam pembuka dan berdoa sebelum melaksanakan pembelajaran, serta mengecek kehadiran siswa.	Menjawab salam dari guru dan ikut berdoa.			5 menit
<p><b>Apersepsi dan Motivasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam menemukan konsep termodinamika.</li> <li>- memberikan contoh nyata proses termodinamika dengan memberikan arahan kepada siswa untuk membuka mulut lebar-lebar lalu menghembuskan nafas dari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memperhatikan pemaparan guru tentang tujuan pembelajaran yang akan dicapai.</li> <li>- Siswa membuka mulut lebar-lebar lalu menghembuskan nafas dari mulut ketelapak tangan. kemudian memperkecil lubang mulut dan</li> </ul>	orientasi	Menganalisis	5 menit



mulut ketelapak tangan. kemudian memberikan arahan kepada siswa untuk memperkecil lubang mulut dan menanyakan bagaimana suhu yang siswa rasakan pada telapak tangan?	merasakan suhu ditelapak tangan. menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru..			
--	--	--	--	--

## 2. Kegiatan Inti (70 menit)

<b>Kegiatan Guru</b>	<b>Kegiatan Peserta Didik</b>	<b>Langkah- Langkah Inkuiri Terbimbing</b>	<b>Aspek Berpikir Tingkat Tinggi</b>	<b>Alokasi Waktu</b>
<p><b>Eksplorasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggali pengetahuan dan memori peserta didik mengenai fenomena termis yang ada disekitar kita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengungkapkan pendapatnya mengenai fenomena termis yang ada disekitar kita</li> </ul>	orientasi	Menganalisis	5 menit
<p><b>Elaborasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menjelaskan pengertian termodinamika dan ruang lingkupnya</li> <li>- Membagi peserta didik menjadi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mendengarkan dan mencatat penjelasan dari guru.</li> <li>- Bergabung dengan kelompok</li> </ul>	Merumuskan	Mengkreasi	50 menit

<p>beberapa kelompok kemudian menjelaskan peraturan mengenai <i>parampaa quiz</i> yang akan dimainkan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Membimbing peserta didik dalam merumuskan hipotesis dari persoalan yang disajikan pada setiap level <i>parampaa game</i> .</li> <li>- Guru memberikan kesempatan kepada masing-masing kelompok untuk membacakan hasilnya secara bergiliran.</li> <li>- Guru memberikan beberapa penjelasan yang lebih mendalam secara menyeluruh.</li> <li>- Guru memberikan contoh lain pada kasus yang sama berupa soal</li> </ul>	<p>masing-masing kemudian memainkan <i>parampaa quiz</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berdiskusi dengan anggota kelompok untuk merumuskan jawaban sementara dan mengisi pertanyaan-pertanyaan dalam LKS.</li> <li>- Secara bergantian mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan yang lain memperhatikan kelompok yang sedang presentasi.</li> <li>- Menyimak</li> <li>- Peserta didik mengerjakan soal yang diberikan oleh</li> </ul>	<p>masalah</p> <p>Merumuskan hipotesis dan mengumpulkan data</p> <p>Merumuskan kesimpulan</p>		
--	--	---	--	--

yang harus dikerjakan siswa.	guru dan berdiskusi			
<p style="text-align: center;"><b>Konfirmasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru mengoreksi jawaban peserta didik apakah sudah benar atau belum. Jika masih terdapat peserta didik yang belum dapat menjawab dengan benar, guru dapat langsung memberikan bimbingan.</li> </ul>	Mendengarkan dan memberikan tanggapan, serta menanyakan hal-hal yang kurang jelas.		Mengevaluasi	15 menit

### 3. Kegiatan Penutup (10 menit)

Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik	Langkah- Langkah Inkuiri Terbimbing	Aspek Berpikir Kritis	Alokasi Waktu
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membimbing siswa dalam menyimpulkan dan membuat urgensi dari materi yang sudah dipelajari .</li> <li>- Guru memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimpulkan hasil pembelajaran terkait konsep hukum pertama termodinamika</li> <li>- Memperhatikan</li> </ul>	Merumuskan kesimpulan	Mengevaluasi	10 menit

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru memberikan pengantar singkat untuk materi pada pertemuan selanjutnya</li> <li>- Guru memberikan tugas rumah berupa latihan soal untuk pendalaman materi</li> <li>- Guru menutup pertemuan dengan mengucapkan salam dan berdoa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mencatat</li> <li>- Mencatat</li> <li>- Menjawab salam kemudian berdoa.</li> </ul>			
--	---	--	--	--

### Pertemuan Kedua 2x45 menit

#### 1. Kegiatan Pendahuluan (10 menit)

Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik	Langkah- Langkah Inkuiri Terbimbing	Aspek Berpikir Tingkat Tinggi	Alokasi Waktu
Memberikan salam pembuka dan berdoa sebelum melaksanakan pembelajaran, serta mengecek kehadiran siswa.	Menjawab salam dari guru dan ikut berdoa.			5 menit
<p><b>Apersepsi dan Motivasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memperhatikan pemaparan guru tentang tujuan</li> </ul>	orientasi	Menganalisis	5 menit

<p>dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam menemukan konsep termodinamika.</p> <p>- Memberikan contoh proses termodinamika dengan memutar sebuah film berjudul <i>The Day After Tomorrow</i> mengenai terdapatnya lubang pada lapisan stratosfer sehingga aliran udara dari lapisan atmosfer tersebut membekukan populasi manusia di bumi. Dan menanyakan bagaimana apa yang sebenarnya terjadi pada udara yang mengalir? kenapa suhu udara tersebut memiliki suhu yang sangat dingin?</p>	<p>pembelajaran yang akan dicapai.</p> <p>- Siswa memperhatikan film yang sedang diputar dan menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru.</p>			
--	---	--	--	--

## 2. Kegiatan Inti (70 menit)

Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik	Langkah- Langkah Inkuiri Terbimbing	Aspek Berpikir Tingkat Tinggi	Alokasi Waktu
---------------	------------------------	--	----------------------------------	------------------

<p style="text-align: center;"><b>Eksplorasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggali pengetahuan dan memori peserta didik mengenai fenomena termis yang ada disekitar kita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengungkapkan pendapatnya mengenai fenomena termis yang ada disekitar kita</li> </ul>	orientasi	Menganalisis	5 menit
<p style="text-align: center;"><b>Elaborasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menjelaskan pengertian termodinamika dan ruang lingkupnya</li> <li>- Membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok kemudian menjelaskan peraturan mengenai <i>parampaa quiz</i> yang akan dimainkan.</li> <li>- Membimbing peserta didik dalam merumuskan hipotesis dari persoalan yang disajikan pada setiap level <i>parampaa game</i> .</li> <li>- Guru memberikan kesempatan kepada masing-masing kelompok</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mendengarkan dan mencatat penjelasan dari guru.</li> <li>- Bergabung dengan kelompok masing-masing kemudian memainkan <i>parampaa quiz</i></li> <li>- Berdiskusi dengan anggota kelompok untuk merumuskan jawaban sementara dan mengisi pertanyaan-pertanyaan dalam LKS.</li> <li>- Secara bergantian mempresentasikan hasil</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Merumuskan masalah</p> <p style="text-align: center;">Merumuskan hipotesis dan mengumpulkan data</p> <p style="text-align: center;">Merumuskan kesimpulan</p>	Mengkreasi	50 menit

<p>untuk membacakan hasilnya secara bergiliran.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru memberikan beberapa penjelasan yang lebih mendalam secara menyeluruh.</li> <li>- Guru memberikan contoh lain pada kasus yang sama berupa soal yang harus dikerjakan siswa.</li> </ul>	<p>diskusi kelompok dan yang lain memperhatikan kelompok yang sedang presentasi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimak</li> <li>- Peserta didik mengerjakan soal yang diberikan oleh guru dan berdiskusi</li> </ul>			
<p style="text-align: center;"><b>Konfirmasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru mengoreksi jawaban peserta didik apakah sudah benar atau belum. Jika masih terdapat peserta didik yang belum dapat menjawab dengan benar, guru dapat langsung memberikan bimbingan.</li> </ul>	<p>Mendengarkan dan memberikan tanggapan, serta menanyakan hal-hal yang kurang jelas.</p>		Mengevaluasi	15 menit

### 3. Kegiatan Penutup (10 menit)

Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik	Langkah-	Aspek Berpikir Kritis	Alokasi
---------------	------------------------	----------	-----------------------	---------

		<b>Langkah Inkuiri Terbimbing</b>		<b>Waktu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membimbing siswa dalam menyimpulkan dan membuat urgensi dari materi yang sudah dipelajari .</li> <li>- Guru memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik.</li> <li>- Guru memberikan pengantar singkat untuk materi pada pertemuan selanjutnya</li> <li>- Guru memberikan tugas rumah berupa latihan soal untuk pendalaman materi</li> <li>- Guru menutup pertemuan dengan mengucapkan salam dan berdoa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimpulkan hasil pembelajaran terkait konsep hukum kedua termodinamika</li> <li>- Memperhatikan</li> <li>- Mencatat</li> <li>- Mencatat</li> <li>- Menjawab salam kemudian berdoa.</li> </ul>	Merumuskan kesimpulan	Mengevaluasi	10 menit



## I. Sumber Belajar dan Media

### 1. Sumber :

Kanginan, Mathen.2011.*Physics for Senior High School 2nd Semester Grade*

XI.Jakarta: Penerbit Erlangga

### 2. Media :

Parampa Games, White Board, Spidol, LCD.

## J. Penilaian

### 1. Teknik penilaian

Tertulis

### 2. Bentuk Instrumen

Tes

### 3. Intrumen Penilaian

No. Soal	Soal	Jawaban
1.	Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa . . . . a. kalor tidak dapat masuk ke dalam dan ke luar dari suatu sistem b. energi adalah kekal c. energi dalam adalah kekal d. suhu adalah tetap e. sistem tidak mendapat usaha dari luar	C
2.	Suhu dalam ruangan sebuah kulkas 17 °C, sedangkan di luar 27 °C. Jika kalor yang diserap kulkas 5.800 J/s, besar daya yang dibutuhkan adalah . . . . a. 100 watt      d. 200 watt b. 150 watt      e. 225 watt c. 175 watt	B
3.	Suatu mesin menyerap 150 kalori dari reservoir 400 K dan melepas 90 kalori ke reservoir bersuhu 200 K. Efisiensi mesin tersebut adalah . . . . a. 30 %      d. 60 % b. 40 % e.      80 %	A
4.	Sebuah mesin bekerja pada reservoir bersuhu tinggi 500 K dan reservoir bersuhu rendah 350 K. Mesin tersebut menghasilkan usaha sebesar 104 joule. Efisiensi mesin tersebut adalah . . . . a. 30 % d. 66 % b. 33 % e. 70 % c. 42 % c. 50 %	A
5.	Sebuah mesin Carnot beroperasi pada suhu 47 °C dan 127 °C, menghasilkan usaha 1.000 joule. Panas yang dibuang ke reservoir bersuhu rendah sebesar . . . . a. 2.000 J      d. 5.000 J b. 3.000 J      e. 6.000 J c. 4.000 J	D

Yogyakarta,

2013

Mengetahui,

Guru Mata Pelajaran

Mahasiswa

Bakti Sukmoko Aji

Nofanto

NIP.

NIM 09690040





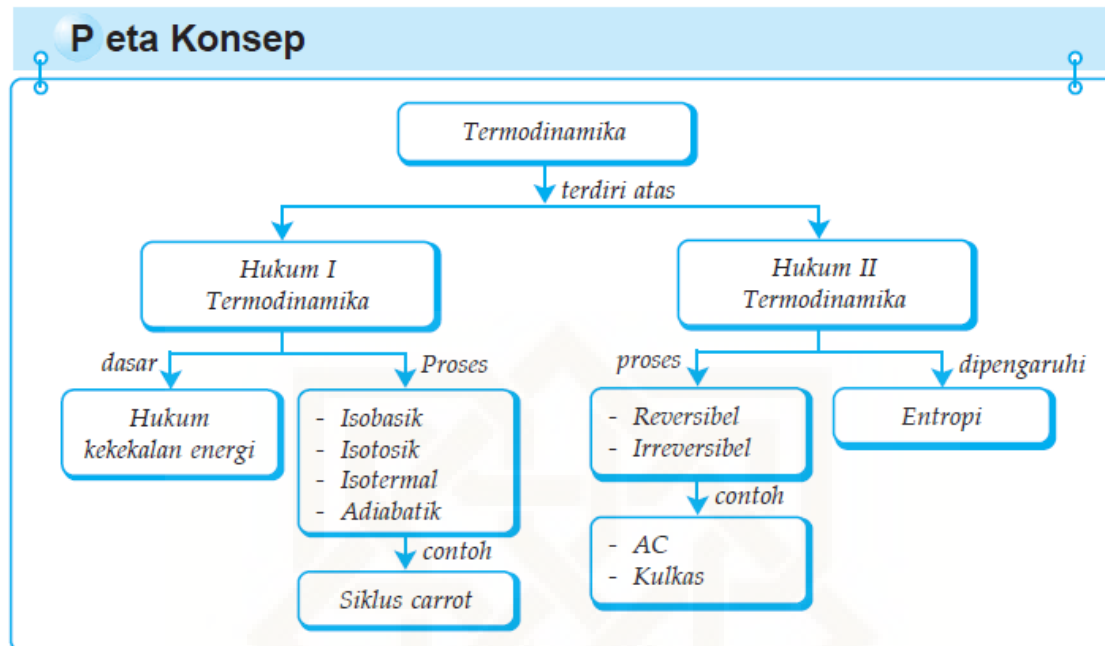
# TERMODINAMIKA

## Lembar Kegiatan Siswa (LKS)

Kelas XI Semester II



# TERMODINAMIKA



Sewaktu di SMP Anda sudah mempelajari tentang kalor atau panas. Energi kalor tidak hanya sebatas dapat digunakan untuk menaikkan suhu benda, mengubah ukuran benda, ataupun mengubah wujud benda. Energi kalor dapat digunakan untuk banyak hal. Misalnya, untuk menghasilkan tenaga pada mesinmesin kalor seperti mesin diesel, otto, dan rankine. Jika kalor dipaksa mengalir dari suhu rendah ke suhu tinggi, maka tempat yang bersuhu rendah makin lama makin “dingin”. Prinsip ini dipakai pada mesin pendingin seperti AC dan kulkas.

Pada kehidupan sehari-hari Anda tentu banyak menemui peralatan yang menerapkan konsep termodinamika. Misalnya, radiator yang tersimpan pada setiap mesin mobil merupakan alat termodinamika yang dapat menyerap panas yang cukup tinggi. Bayangkan bila mobil tidak memakai pendingin radiator, mungkin dalam waktu relatif singkat mobil tersebut akan terbakar habis.

## Pertemuan 1

### HUKUM PERTAMA TERMODINAMIKA

Saat ini kita mengkonsumsi energi dalam jumlah yang sangat besar. Energi ini sebagian besar diperoleh dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi, gas alam, batu bara). Ada kekhawatiran bahwa peningkatan konsumsi energi ini tidak sebanding dengan ditemukannya sumber-sumber energi yang baru. Oleh karena itu, kita harus menemukan cara yang lebih efisien dalam menggunakan sumber-sumber energi yang ada. Penggunaan energi secara efisien harus konsisten dengan hukum-hukum alam, seperti hukum kekekalan energi.

Hukum pertama termodinamika adalah bentuk lain dari hukum kekekalan energi yang diaplikasikan pada perubahan energi dalam yang dialami oleh suatu sistem. Sistem didefinisikan sebagai sejumlah zat dalam suatu wadah, yang menjadi pusat perhatian kita untuk dianalisis. Segala sesuatu di luar sistem disebut lingkungan. Sistem dipisahkan dari lingkungan oleh suatu batas sistem. Batas ini bisa tetap atau bergerak, misalnya penghisap.

#### 1) Pengertian Usaha, Kalor, dan Energi

##### a) Pengertian Usaha dan Kalor

Usaha yang dilakukan pada (atau oleh) sistem adalah ukuran energi yang dipindahkan dari sistem ke lingkungan, atau sebaliknya. Sedangkan, energi mekanik (kinetik maupun potensial) sistem adalah energi yang dimiliki sistem akibat gerak dan koordinat kedudukannya. Dengan demikian, ketika Anda melakukan usaha pada suatu sistem, energi dipindahkan dari diri Anda ke sistem. Adalah istilah yang salah konsep jika Anda menyatakan tentang usaha sebuah sistem. Istilah yang benar adalah mengatakan bahwa usaha dikerjakan pada (atau oleh) sebuah sistem.

# TERMODINAMIKA

---

Anda juga harus membedakan antara kalor dan energi. Kalor mirip seperti usaha, yaitu hanya muncul jika terjadi perpindahan energi antara sistem dan lingkungan. Kalor muncul ketika energi dipindahkan akibat adanya perbedaan suhu atau perubahan wujud zat. Jadi, istilah kalor sebenarnya kurang tepat; yang tepat adalah aliran kalor.

## b) Pengertian Energi Dalam

Ketika suatu benda sedang bergerak, benda tersebut memiliki energi kinetik dan berdasarkan energi kinetik ini benda dapat melakukan usaha. Serupa dengan itu, benda yang berada pada ketinggian tertentu dari suatu acuan memiliki energi potensial dan berdasarkan energi potensial ini benda juga dapat melakukan usaha. Kedua macam energi ini disebut energi luar.

Sebagai tambahan terhadap energi luar ini, setiap benda memiliki energi yang tidak tampak dari luar. Energi ini disebut energi dalam. Energi dalam berhubungan dengan aspek mikroskopik zat. Kita ketahui bahwa setiap zat terdiri dari atom-atom atau molekul-molekul yang bergerak terus-menerus. Dari gerakan ini, zat memiliki energi kinetik. Antara molekul-molekul zat juga terdapat gaya yang disebut gaya antarmolekul. Karena gaya antarmolekul ini, molekul-molekul memiliki energi potensial. Jumlah energi kinetik dan energi potensial yang berhubungan dengan atom-atom atau diabaikan, sehingga energi potensial molekul-molekul zat disebut energi dalam. Untuk gas ideal, gaya antarmolekul dapat diabaikan, sehingga energi potensial molekul-molekul adalah nol. Dengan demikian, energi dalam hanyalah total energi kinetik dari seluruh molekul.

# TERMODINAMIKA

Energi dalam adalah suatu sifat mikroskopik zat, sehingga tidak dapat diukur secara langsung. Dalam analisis energi dalam yang kita gunakan adalah variabel yang bersifat tidak langsung yaitu perubahan energi dalam (notasi  $\Delta U$ ), yaitu ketika sistem berubah dari keadaan awal (diberikan indeks 1) ke keadaan akhir (diberikan indeks 2).

Perubahan energi dalam dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (0.1)$$

Keterangan :

$\Delta U$  : perubahan energi dalam (Joule)

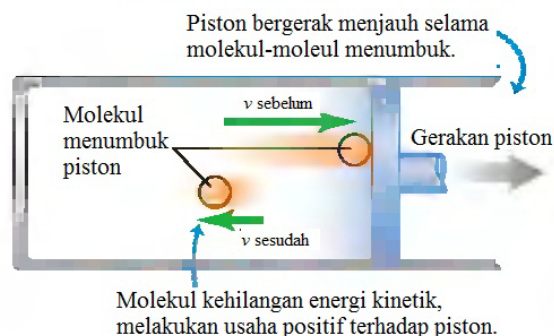
$U_2$  : energi dalam akhir (Joule)

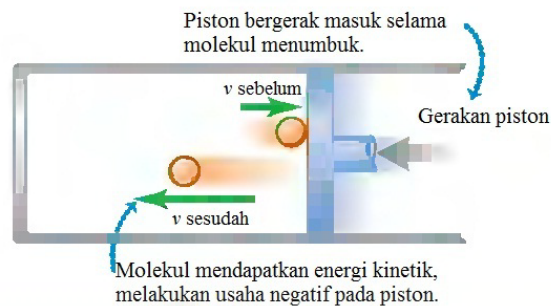
$U_1$  : energi dalam awal (Joule)

## 2) Formulasi Usaha, Kalor, dan Energi Dalam

### a) Formulasi Usaha

Perhatikan suatu sistem gas yang berada dalam wadah silinder yang ditutup oleh sebuah pengisap yang dapat bergerak. Tekanan dalam sistem dijaga tetap oleh tekanan atmosfer dan berat pengisap beserta balok di atasnya. Proses yang terjadi pada tekanan tetap disebut proses adiabatik.





**Gambar 2.1. Kerja pada proses isobarik**

Perpindahan kedudukan pengisap disebabkan oleh usaha yang dilakukan gas (sistem) terhadap pengisap dan balok di atasnya (lingkungan). Bagaimanakah bentuk persamaannya?

Usaha  $W$  dapat dihitung dari persamaan

$$W = Fs \quad (0.2)$$

dengan  $F$  ditimbulkan oleh tekanan gas  $p$  yang bekerja pada bagian bawah pengisap, yang besarnya

$$F = pA \quad (0.3)$$

sehingga usaha  $W$  dapat ditulis:

$$W = (pA)s \quad (0.4)$$

karena  $As$  sama dengan perubahan volume gas,

$$\Delta V = V_2 - V_1 \quad (0.5)$$

dengan  $V_2$  dan  $V_1$ , adalah volume akhir dan awal, maka usaha  $W$  dapat dinyatakan oleh persamaan.

$$W = p\Delta V = p(V_2 - V_1) \quad (0.6)$$



## TERMODINAMIKA

---

Rumus  $W = p\Delta V$  hanya dapat digunakan untuk menghitung usaha gas pada tekanan tetap (proses isobarik). Jika tekanan gas berubah, usaha  $W$  harus dihitung dengan cara integral. Secara umum, usaha dihitung dengan persamaan integral berikut.

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV \quad (0.7)$$

Usaha yang dilakukan oleh (atau pada) sistem gas yang menjalani suatu proses siklus (grafik  $p$ - $V$ -nya diberikan) sama dengan luas daerah yang dimuat oleh siklus tersebut.

### b) Formulasi Kalor

Kalor yang diserap (atau diberikan) oleh sistem gas dapat dihitung dari rumus kalor, yaitu

$$Q = mc\Delta T \quad (0.8)$$

atau

$$Q = C\Delta T \quad (0.9)$$

Keterangan :

$Q$  : Kalor (J)

$m$  : massa (kg)

$\Delta T$  : perubahan suhu (K)

$c$  : kalor jenis gas

$C$  : kapasitas kalor gas.

### c) Formulasi Energi Dalam

Telah Anda ketahui bahwa untuk gas ideal, energi dalam gas sama dengan total energi kinetik dari seluruh molekul-molekul gas. Dalam bab teori kinetik gas telah diformulasikan energi dalam sebagai berikut.

# TERMODINAMIKA

---

Gas monoatomik

$$U = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}nRT \quad (0.10)$$

Gas diatomik

$$U = \frac{5}{2}NkT = \frac{5}{2}nRT \quad (0.11)$$

dengan  $N$  = jumlah molekul  
 $n$  = mol  
 $k$  = tetapan Boltzmann ( $k = 1,38 \times 10^{-23}$  J/K)  
 $R$  = tetapan umum gas ( $R = 8,31$  J/mol)

Tentu saja perubahan energi dalam  $\Delta U$  untuk sistem yang berubah dari suhu awal  $T_1$  ke suhu  $T_2$  dapat dinyatakan sebagai

Gas monoatomik

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) \quad (0.12)$$

Gas diatomik

$$\Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_1) \quad (0.13)$$

dengan  $\Delta U = U_2 - U_1$

persamaan di atas dengan jelas menunjukkan bahwa perubahan energi dalam sistem hanya bergantung pada suhu awal dan suhu akhir. Dengan kata lain, perubahan energi dalam  $\Delta U$  hanya bergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir sistem, dan tidak bergantung pada lintasan yang ditempuh sistem untuk mencapai keadaan itu. Karena itu, energi dalam termasuk fungsi keadaan.

### 3) Proses-Proses Termodinamika Gas

# TERMODINAMIKA

---

Keadaan suatu gas dapat kita lukis pada grafik  $p$ - $V$ . Dalam bagian ini, kita akan membahas empat macam proses termodinamika gas: isobarik, isokhorik, isothermal, dan adiabatik. Pada tiap proses kita akan menggambarkan grafik  $p$ - $V$ -nya, menuliskan persamaan keadaan yang dipenuhi, dan menurunkan rumus usahanya.

## a) Proses Isobarik

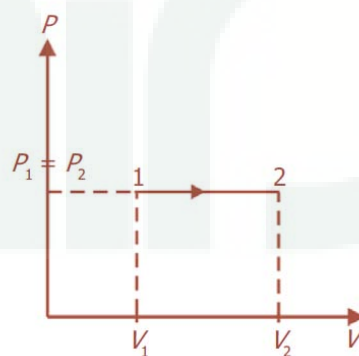
Proses Isobarik adalah proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap. Persamaan keadaan untuk proses isobarik ( $p$  tetap) adalah

$$\frac{V}{T} = C \quad (0.14)$$

atau

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad (0.15)$$

Ini adalah hukum Gay-Lussac. Grafik  $p$ - $V$  proses isobarik ditunjukkan pada Gambar 2.2



**Gambar 2.2. Proses Isobarik**

Sedangkan rumus usahanya telah dinyatakan pada persamaan berikut

$$W = p\Delta V = p(V_2 - V_1) \quad (0.16)$$

## b) Proses Isokhorik

Proses isokhorik atau isovolumik adalah proses perubahan gas pada volume tetap.

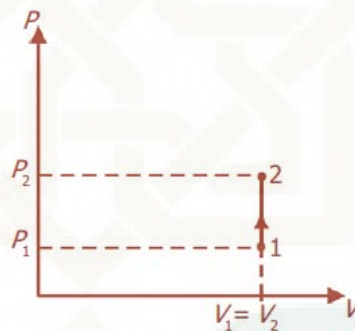
Persamaan keadaan untuk proses isokhorik ( $V$  tetap) adalah

$$\frac{pV}{T} = c \quad (0.17)$$

atau

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \quad (0.18)$$

Ini adalah hukum Charles.



**Gambar 2.3. Proses Isokhorik**

Gas akan memuai jika hal itu dapat dilakukannya, tetapi wadah yang kaku menjaga volumenya tetap, sehingga grafik  $p$ - $V$  untuk proses ini ditunjukkan pada Gambar 2.3, berupa garis lurus vertikal. Pemuai wadah gas itu sendiri diabaikan. Karena volume tetap, tekanan gas di dalam wadah naik, dan gas melakukan gaya yang semakin membesar pada dinding. Walaupun gaya yang sangat besar dapat dibangkitkan dalam wadah tertutup, usaha sama dengan nol karena dinding wadah tidak berpindah. Ini konsisten dengan luas daerah di bawah grafik  $p$ - $V$ , yaitu luas dibawah garis lurus vertikal adalah nol.

## c) Proses Isotermal

Proses isotermal adalah proses perubahan keadaan gas pada suhu tetap. Persamaan keadaan untuk proses isotermal ( $T$  tetap) adalah

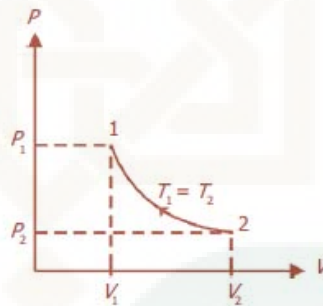
$$\frac{pV}{T} = C \quad (0.19)$$

karena  $T$  tetap  $pV$

$$p_2V_2 = p_1V_1 \quad (0.20)$$

Ini adalah hukum Boyle. Grafik  $p$ - $V$  proses isotermal  $pV = C$  atau  $p = \frac{C}{V}$

berbentuk hiperbola seperti yang ditunjukkan pada



**Gambar 2.4. Proses Isotermal**

Usaha yang sama dengan luas daerah di bawah grafik  $p$ - $V$  (luas raster pada Gambar 2.4) harus dihitung secara integral dengan menggunakan persamaan

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV \quad (0.21)$$

Dari persamaan gas ideal telah kita peroleh  $p = \frac{nRT}{V}$ , sehingga

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} \, dV \quad (0.22)$$

Karena  $nRT$  tetap, faktor tersebut dapat dikeluarkan dari tanda integral.

Kemudian, dengan menggunakan sifat integral  $\int \frac{dx}{x} = \ln x$ , kita peroleh

$$W = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT [\ln V]_{V_1}^{V_2} = nRT [\ln V_2 - \ln V_1] \quad (0.23)$$

$$W = nRT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) \quad (0.24)$$

### d) Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah proses perubahan keadaan gas di mana tidak ada aliran kalor yang masuk ke dalam sistem atau keluar dari sistem. Dengan kata lain, pada proses adiabatik  $Q = 0$ . Sebuah proses menunjukkan susunan  $n$  mol suatu gas ideal yang melakukan usaha dalam keadaan-keadaan adiabatik, memuai secara statis dari volume awal  $V_1$  ke volume akhir  $V_2$ . Susunannya mirip dengan gambar pada pemuaian isothermal. Akan tetapi, usaha yang berbeda dilakukan dalam proses ini, sebab wadah silinder sekarang dikelilingi oleh bahan yang menahan aliran kalor (bahan isolator), sehingga  $Q = 0$ .

Proses adiabatik sangat penting dalam bidang rekayasa. Beberapa contoh proses adiabatik meliputi pemuaian gas panas dalam suatu mesin diesel, pemuaian gas cair dalam sistem pendingin, dan langkah kompresi dalam mesin diesel.

Persamaan yang menyatakan lengkung adiabatik di antara tekanan beserta volume awal  $(p_1, V_1)$  dan tekanan beserta volume akhir  $(p_2, V_2)$  dapat diturunkan dengan menggunakan teknik integral. Hasilnya adalah

Persamaan keadaan adiabatik

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \quad (0.25)$$

Keterangan :

$p_1$  : tekanan awal (Pa)

$p_2$  : tekanan akhir (Pa)

$V_1$  : volume awal ( $\text{m}^3$ )

$V_2$  : volume akhir ( $\text{m}^3$ )

$\gamma$  : tetapan laplace

#### 4) Hukum Pertama Termodinamika Gas

##### a) Pernyataan Hukum Pertama Termodinamika

Hukum pertama termodinamika berhubungan dengan cara suatu sistem memperoleh energi dalam dari lingkungan atau kehilangan energi dalam ke lingkungan. Misalkan, suatu sistem memperoleh kalor  $Q$  dari lingkungan, dan hanya ini satu-satunya yang terjadi pada sistem. Anda ketahui bahwa kalor  $Q$  ini akan digunakan untuk menaikkan suhu sistem dari suhu awal  $T_1$  ke suhu akhir  $T_2$ . Karena  $U$  sebanding dengan suhu mutlak  $T$ , dapat juga kita katakan bahwa kalor  $Q$  yang masuk ke sistem mengubah energi dalam sistem dari  $U_1$  menjadi  $U_2$ , dengan  $U_2 > U_1$  (karena  $T_2 > T_1$ ). Konsisten dengan hukum kekekalan energi, maka perubahan energi dalam sistem  $\Delta U = U_2 - U_1 = Q$ . Dalam menulis persamaan ini, kita menggunakan perjanjian tanda bahwa kalor  $Q$  positif jika sistem memperoleh (menerima) kalor dan negatif jika sistem kehilangan (memberi) kalor.

Energi dalam sistem juga dapat berubah karena usaha. Misalkan, suatu sistem melakukan usaha  $W$  pada lingkungannya dan tidak ada aliran kalor, maka suhu sistem akan berkurang dari suhu awal  $T_1$ , menjadi suhu akhir  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ). Ini berarti energi dalam sistem juga berkurang dari  $U_1$  menjadi  $U_2$  dengan  $U_1 > U_2$ , sehingga  $\Delta U$  bernilai

# TERMODINAMIKA

---

negatif. Sesuai dengan hukum kekekalan energi, perubahan energi dalam sistem adalah

$$\Delta U = U_2 - U_1 = -W.$$

Hukum pertama termodinamika

*Energi dalam suatu sistem berubah dari nilai awal  $U_1$  ke nilai akhir  $U_2$  sehubungan dengan kalor  $Q$  dan usaha  $W$ :*

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W \quad (0.26)$$

## b) Hukum Pertama pada Berbagai Proses Termodinamika Gas

Proses Isotermal

Pada proses isotermal, suhu awal gas  $T_1$  sama dengan suhu akhir gas  $T_2$  (atau  $T_2 = T_1$ ).

Dengan demikian,  $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = 0$ . hukum pertama termodinamika memberikan

$$\Delta U = Q - W; \quad 0 = Q - W \quad \text{atau} \quad Q = W$$

Sehingga

$$\Delta U = 0 \text{ dan } Q = W$$

Proses Isokhorik

Pada proses isokhorik, volume gas tetap ( $V_1 = V_2$  atau  $\Delta V = 0$ ), sehingga usaha  $W = 0$ .

Hukum pertama termodinamika memberi

$$\Delta U = Q - W; \quad \Delta U = Q - 0 \quad \text{atau} \quad \Delta U = Q$$

Sehingga

$$W = 0 \text{ dan } \Delta U = Q$$

Proses Adiabatik

Pada proses adiabatik,  $Q = 0$ , sehingga hukum pertama termodinamika memberikan



$$\Delta U = Q - W; \quad \Delta U = 0 - W \quad \text{atau} \quad \Delta U = -W$$

Sehingga

$$Q = 0 \text{ dan } \Delta U = -W$$

### 5) Kapasitas Kalor Gas

#### Pengertian Kapasitas Kalor

Ada tiga besaran yang umum digunakan untuk menghitung kalor yang diterima atau dilepaskan oleh suatu gas: kalor jenis, kapasitas kalor, dan kapasitas kalor molar. Ketiga besaran ini saling berhubungan, sehingga jika rumus salah satu besaran diketahui, maka rumus kedua besaran lainnya dapat diperoleh.

Kapasitas kalor  $C$  didefinisikan sebagai kalor  $Q$  yang diperlukan oleh suatu zat untuk menaikkan suhu zat itu sebesar satu kelvin.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (0.27)$$

Satuan SI untuk kapasitas kalor adalah J/K.

Kalor yang diberikan kepada gas untuk menaikkan suhunya dapat dilakukan pada tekanan tetap (proses isobarik) atau pada volume tetap (proses isokhorik). Karena itu, ada dua jenis kapasitas kalor yang dikenal pada gas, yaitu kapasitas kalor gas pada tekanan tetap  $C_p$  dan kapasitas kalor gas pada volume tetap  $C_v$ .

Kapasitas kalor gas pada tekanan tetap  $C_p$  didefinisikan sebagai kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat satu kelvin pada tekanan tetap.

$$C_p = \frac{Q_p}{\Delta T} \quad (0.28)$$

atau

# TERMODINAMIKA

$$Q_p = C_p \Delta T \quad (0.29)$$

Kapasitas kalor gas pada volume tetap  $C_v$  didefinisikan sebagai kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat satu kelvin pada volume tetap.

$$C_v = \frac{Q_v}{\Delta T} \quad (0.30)$$

atau

$$Q_v = C_{vp} \Delta T \quad (0.31)$$

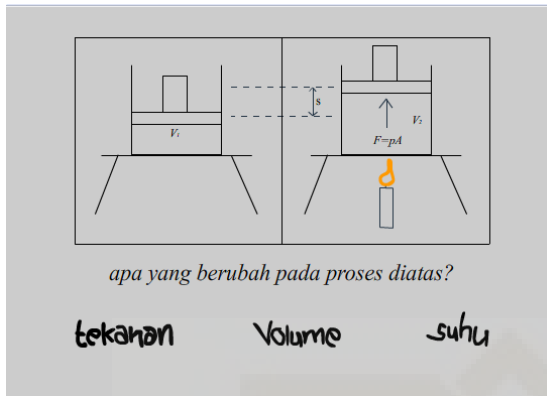
## TUGAS KELOMPOK

1. Pada level 1 apa yang berbeda dari istilah-istilah tersebut? jelaskan satu per satu!
2. Pada level dua, apa yang berbeda dari masing-masing benda?  
Apa besaran yang berbeda dari keduanya?  
Apa pengaruhnya terhadap energi dalam benda?  
Berikan kesimpulan Anda?



3. Pada level ini besaran apa yang ada pada sistem tersebut?  
Dari besaran-besaran tersebut apakah semuanya berubah?

# TERMODINAMIKA



Apa yang menyebabkan besaran tersebut berubah?

Apakah ada kaitan satu besaran dengan yang lainnya?

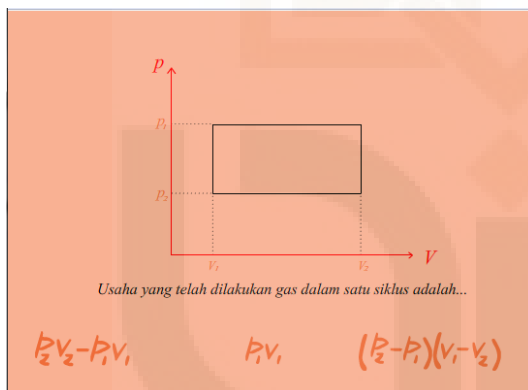
Apakah ada hubungan besaran-besaran tersebut dengan usaha secara mekanik?

Berikan kesimpulan Anda!

4. Apa yang tergambar dalam diagram pada label berikut?

Apakah titik awal proses tersebut sama dengan titik akhirnya?

Bentuk apa yang dibentuk proses pada diagram?



Bagaimana dengan nilai usahanya?

Apakah ada pengaruh antara bentuk diagram yang dilalui dengan usahanya?

Berikan kesimpulan Anda!

5. Sebutkan proses-proses dalam termodinamika berdasarkan level berikut!

Apa yang membedakan satu sama lain?

Gambarkan pada diagram PV!

*Gnay Nakub Nakapurem Malad Sesorp  
Akimanidomret Halada ...*

*Kitabaida Kirabosi*

*Lamretosi Kirohkosi*

Apa kaitannya dengan usahanya?

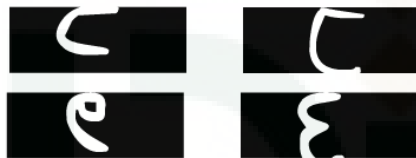
Apakah nilai usaha pada masing-masing proses sama?

Berikan kesimpulan Anda!

6. Apa yang dimaksud Kalor?

Apa yang dimaksud Kalor Jenis?

Jika  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ,  
 $Q, m, \dots, \Delta T$



Apa yang dimaksud Kaasitas Kalor?

Apa satuannya?

7. Temukan persamaan fisika yang benar!

Sebutkan jenis-jenis kapasitas kalor sesuai dengan proses pada termodinamika!

Turunkan persamaan selisih antara besaran-besaran pada point sebelumnya!

Buktikan apakah  $C_p - C_v = nR$ !

Temukan!!!

8. Kerjakan Soal berikut!

level 9

Lima mol gas monoatomik ideal dengan suhu awal  $127^{\circ}\text{C}$  mengembang dan pada proses tersebut menyerap kalor  $1200\text{ J}$  dan melakukan usaha  $2100\text{ J}$ . Berapa suhu akhir gas?

- a.  $112^{\circ}\text{C}$
- b.  $114^{\circ}\text{C}$
- c.  $115^{\circ}\text{C}$
- d.  $116^{\circ}\text{C}$
- e.  $117^{\circ}\text{C}$

## TUGAS INDIVIDU

1. Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa . . . .
  - a. kalor tidak dapat masuk ke dalam dan ke luar dari suatu sistem
  - b. energi adalah kekal
  - c. energi dalam adalah kekal
  - d. suhu adalah tetap
  - e. sistem tidak mendapat usaha dari luar
2. Suhu dalam ruangan sebuah kulkas  $17^{\circ}\text{C}$ , sedangkan di luar  $27^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor yang diserap kulkas  $5.800\text{ J/s}$ , besar daya yang dibutuhkan adalah . . . .
  - a.  $100\text{ watt}$
  - b.  $150\text{ watt}$
  - c.  $175\text{ watt}$
  - d.  $200\text{ watt}$
  - e.  $225\text{ watt}$
3. Suatu mesin menyerap  $150$  kalori dari reservoir  $400\text{ K}$  dan melepas  $90$  kalori ke reservoir bersuhu  $200\text{ K}$ . Efisiensi mesin tersebut adalah . . . .

## TERMODINAMIKA

---

- a. 30 %      d. 60 %  
b. 40 %      e. 80 %
4. Sebuah mesin bekerja pada reservoir bersuhu tinggi 500 K dan reservoir bersuhu rendah 350 K. Mesin tersebut menghasilkan usaha sebesar 104 joule. Efisiensi mesin tersebut adalah . . . .
- a. 30 %      d. 66 %  
b. 33 %      e. 70 %  
c. 42 %
5. Sebuah mesin Carnot beroperasi pada suhu 47 °C dan 127 °C, menghasilkan usaha 1.000 joule. Panas yang dibuang ke reservoir bersuhu rendah sebesar . . . .
- a. 2.000 J      d. 5.000 J  
b. 3.000 J      e. 6.000 J  
c. 4.000 J

### PERCOBAAN CEPAT

dengan mulut terbuka lebar, tiupkan udara hangat ke tepalak tangan Anda. sekarang kurangi bukaan mulut di antara bibir Anda sehingga udara mengembang (memuai) begitu Anda meniup.

Apa yang sebenarnya terjadi?

Kenapa udara yang sama-sama dari sumber yang sama memiliki suhu yang berbeda ketika diberi perlakuan yang berbeda?



# Lampiran IV

## Data Hasil Penelitian

1. Hasil *Pretest*, *Posttest*, dan *N-Gain* Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen
2. Hasil *Pretest*, *Posttest*, dan *N-Gain* Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas Kontrol
3. Hasil Angket Minat Belajar Kelas Eksperimen
4. Hasil Angket Minat Belajar Kelas Kontrol



## Lampiran 4.1

**HASIL PRETEST, POSTTEST DAN N-GAIN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI KELAS KONTROL**

No	Kode	Butir Soal/Item										Skor	Butir Soal/Item										Skor	N-Gain	Kategori
		Pilihan Ganda Biasa					Pilihan Ganda Sebab Akibat			Essay			Pilihan Ganda Biasa					Pilihan Ganda Sebab Akibat			Essay				
		1	2	3	4	5	1	2	3	1	2		1	2	3	4	5	1	2	3	1	2			
1	IPA4 1	1	0	1	1	0	0	2	2	4	3	14	1	0	1	1	0	0	2	2	4	3	14	0	Rendah
2	IPA4 2	1	1	1	1	0	2	0	2	1	3	12	1	1	1	1	0	2	0	2	3	4	15	0,333333	Sedang
3	IPA4 3	0	1	1	1	0	0	2	2	2	3	12	0	1	1	1	1	2	2	2	4	3	17	0,555556	Sedang
4	IPA4 4	1	0	0	1	0	2	2	2	2	3	13	1	0	1	1	0	2	0	2	4	3	14	0,125	Sedang
5	IPA4 5	1	1	1	0	1	0	0	2	1	2	9	1	1	1	0	1	2	0	2	3	3	14	0,416667	Sedang
6	IPA4 6	1	1	1	1	0	2	2	0	4	0	12	1	1	1	1	1	2	2	0	4	2	15	0,333333	Sedang
7	IPA4 7	0	1	1	0	0	2	2	0	2	3	11	0	1	1	0	0	2	2	0	4	3	13	0,2	Sedang
8	IPA4 8	1	1	1	0	1	2	0	0	1	4	11	1	1	1	0	0	2	0	2	2	4	13	0,2	Rendah
9	IPA4 9	1	1	1	0	1	2	2	2	0	2	12	1	1	1	0	1	2	0	2	4	2	14	0,222222	Rendah
10	IPA4 10	1	1	1	1	1	0	0	0	3	4	12	1	1	1	1	1	0	2	2	3	3	15	0,333333	Sedang
11	IPA4 11	1	1	1	1	1	2	2	0	1	0	10	1	1	1	1	1	2	2	0	4	3	16	0,545455	Sedang
12	IPA4 12	1	1	1	0	1	2	0	2	2	3	13	1	1	1	0	1	2	0	2	4	3	15	0,25	Rendah
13	IPA4 13	0	1	1	1	0	2	2	2	0	2	11	0	1	1	1	0	2	2	2	4	2	15	0,4	Sedang
14	IPA4 14	1	1	0	0	0	0	2	2	1	1	8	1	1	1	1	0	0	2	2	4	1	13	0,384615	Sedang
15	IPA4 15	0	1	0	0	0	2	2	0	2	2	9	0	1	1	1	1	2	2	0	3	4	15	0,5	Sedang
16	IPA4 16	1	1	1	1	0	2	2	0	1	1	10	1	1	1	1	0	2	2	0	3	3	14	0,363636	Sedang
17	IPA4 17	1	1	1	1	0	2	0	2	3	1	12	1	1	1	1	0	2	0	2	3	2	13	0,111111	Rendah
18	IPA4 18	1	1	0	1	0	0	2	2	1	1	9	1	1	0	1	1	0	2	2	4	3	15	0,5	Sedang
19	IPA4 19	1	1	1	1	0	0	2	0	3	4	13	1	1	1	1	0	0	2	2	3	4	15	0,25	Sedang
20	IPA4 20	1	1	1	0	1	2	2	0	2	1	11	1	1	1	0	1	2	2	0	2	3	13	0,2	Rendah
21	IPA4 21	0	1	1	1	0	0	2	0	3	2	10	0	1	1	1	0	0	2	0	3	2	10	0	Rendah

22	IPA4 22	1	0	0	0	1	2	0	2	2	4	12	1	1	0	1	1	0	2	2	3	4	15	0,333333	Rendah
23	IPA4 23	0	1	0	1	0	2	0	2	2	4	12	0	1	0	1	0	2	0	2	2	4	12	0	Rendah
24	IPA4 24	0	0	0	1	0	2	0	2	1	3	9	0	1	0	1	0	2	2	2	4	3	15	0,5	Sedang
25	IPA4 25	1	1	1	0	1	0	2	2	2	3	13	1	1	1	1	1	0	2	0	2	3	12	-0,125	Rendah
26	IPA4 26	1	1	1	1	1	0	2	2	2	1	12	1	1	1	1	1	0	2	2	3	2	14	0,222222	Sedang
27	IPA4 27	1	1	1	0	1	2	2	0	2	1	11	1	1	1	0	1	2	2	0	4	2	14	0,3	Rendah
28	IPA4 28	1	1	0	1	0	2	0	2	1	3	11	1	1	0	1	0	2	0	2	4	3	14	0,3	Sedang
29	IPA4 29	1	1	1	1	0	2	0	0	3	2	11	1	1	1	1	0	2	0	2	4	2	14	0,3	Rendah
30	IPA4 30	1	0	0	0	0	0	2	0	1	4	8	1	1	1	1	0	2	0	2	2	4	14	0,461538	Rendah
31	IPA4 31	1	1	1	1	1	2	2	2	1	0	12	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	16	0,444444	Rendah
32	IPA4 32	1	1	1	0	0	0	0	0	2	3	8	1	1	1	1	1	2	0	2	4	3	16	0,615385	Rendah
Jumlah																							9,576185		
Rata-Rata																							0,299256	rendah	

## Lampiran 4.2

**HASIL PRETEST, POSTTEST DAN N-GAIN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI KELAS EKSPERIMEN**

No	Nama	Butir Soal/Item										skor	Butir Soal/Item										skor	N-Gain	Kategori
		Pilihan Ganda Biasa					PilGan Sebab Akibat			Essay			Pilihan Ganda Biasa					Pilihan Ganda Sebab Akibat			Essay				
		1	2	3	4	5	1	2	3	1	2		1	2	3	4	5	1	2	3	1	2			
1	IPA2 1	1	1	1	1	0	0	2	0	3	1	10	1	1	1	1	0	0	2	2	4	3	15	0,45455	Sedang
2	IPA2 2	1	1	1	0	1	2	2	0	2	3	13	1	1	1	1	0	2	2	2	3	4	17	0,5	Sedang
3	IPA2 3	0	1	1	1	0	0	2	0	3	2	10	0	1	1	1	0	0	2	2	4	3	14	0,36364	Sedang
4	IPA2 4	1	0	0	0	1	2	0	2	2	4	12	1	0	1	1	1	2	2	2	5	3	18	0,66667	Sedang
5	IPA2 5	0	1	0	1	0	2	2	2	2	4	14	1	1	1	0	1	0	2	2	5	4	17	0,42857	Sedang
6	IPA2 6	0	0	0	1	0	2	0	2	1	3	9	1	1	1	1	1	2	2	2	4	3	18	0,75	Sedang
7	IPA2 7	1	1	1	0	1	0	2	2	1	3	12	1	1	1	0	1	2	2	0	4	4	16	0,44444	Sedang
8	IPA2 8	1	1	1	1	1	0	2	2	2	1	12	1	1	1	0	1	2	2	0	5	4	17	0,55556	Sedang
9	IPA2 9	1	1	1	0	1	2	2	0	2	0	10	1	1	1	1	1	2	2	2	4	2	17	0,63636	Sedang
10	IPA2 10	1	1	0	1	0	2	0	2	1	3	11	1	1	1	1	1	2	2	2	4	3	18	0,7	Sedang
11	IPA2 11	1	1	1	1	0	2	0	0	3	1	10	1	1	1	1	1	2	2	0	4	5	18	0,72727	tinggi
12	IPA2 12	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	1	1	1	0	1	2	0	2	4	4	16	0,66667	Sedang
13	IPA2 13	1	1	1	1	1	2	2	2	1	0	12	0	1	1	1	0	2	2	2	4	2	15	0,33333	Rendah
14	IPA2 14	1	1	1	0	0	2	0	0	2	3	10	1	1	1	1	1	0	2	2	4	3	16	0,54545	Sedang
15	IPA2 15	1	0	1	1	0	0	2	2	4	3	14	1	1	0	1	1	2	2	0	4	4	16	0,28571	Sedang
16	IPA2 16	1	1	1	1	0	2	0	2	3	4	15	1	1	1	1	1	2	2	0	4	4	17	0,33333	Sedang
17	IPA2 17	0	1	1	1	0	0	2	2	2	3	12	1	1	1	1	0	2	2	2	3	3	16	0,44444	Sedang
18	IPA2 18	1	0	0	1	0	2	2	2	2	3	13	1	1	1	1	0	2	2	2	1	4	15	0,25	Sedang
19	IPA2 19	1	1	1	0	1	0	0	2	1	2	9	1	1	1	1	0	0	2	2	5	4	17	0,66667	Tinggi
20	IPA2 20	1	1	1	1	1	2	2	0	4	0	13	1	1	1	0	1	2	2	2	4	3	17	0,5	Sedang

21	IPA2 21	0	1	1	0	0	2	2	0	2	3	11	0	1	1	1	1	2	2	0	3	2	13	0,2	Sedang
22	IPA2 22	1	1	1	0	0	2	0	0	1	4	10	1	0	1	0	1	2	0	2	3	5	15	0,45455	Sedang
23	IPA2 23	1	1	1	0	1	2	2	2	0	2	12	0	1	0	1	1	2	2	2	3	4	16	0,44444	Sedang
24	IPA2 24	1	1	1	1	1	0	0	0	3	1	9	0	0	0	1	0	2	0	2	2	4	11	0,16667	Sedang
25	IPA2 25	1	1	1	1	1	2	2	0	1	0	10	1	1	1	0	1	0	2	2	1	3	12	0,18182	tinggi
26	IPA2 26	1	1	1	0	1	2	0	0	2	0	8	1	1	1	1	1	0	2	2	2	1	12	0,30769	Sedang
27	IPA2 27	0	1	1	1	0	2	2	2	0	2	11	1	1	1	0	1	2	2	2	2	4	16	0,5	tinggi
28	IPA2 28	1	1	0	0	0	0	2	2	4	1	11	1	1	0	1	0	2	0	2	4	3	14	0,3	Rendah
29	IPA2 29	0	1	0	0	0	2	2	0	2	2	9	1	1	1	1	0	2	0	0	3	1	10	0,08333	Sedang
30	IPA2 30	1	1	1	1	0	2	2	0	0	1	9	1	1	0	1	1	0	2	0	4	4	14	0,41667	Sedang
31	IPA2 31	1	1	1	1	0	2	0	2	3	0	11	1	1	1	1	1	2	2	2	4	3	18	0,7	tinggi
32	IPA2 32	1	1	0	1	0	0	2	2	1	1	9	1	1	1	0	1	2	0	2	2	3	13	0,33333	Sedang
Jumlah																							14,3412		
Rata-Rata																							0,44816	sedang	

## Lampiran 4.3

## HASIL ANGKET MINAT BELAJAR KELAS KONTROL

No	NAMA	NOMOR BUTIR PERNYATAAN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	AHMAD NURRAMADHAN	3	2	4	2	1	3	2	1	2	3	2	3	3	1	3
2	AJENG CIPTASARI	3	2	3	3	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	2
3	ALI GHORIZATULLOH ALBURHANI	3	2	3	1	2	3	3	1	3	4	3	1	4	2	3
4	ALVIN RIFQY ABDILLA	2	3	3	2	1	2	3	3	3	4	2	2	4	1	1
5	ANISA NURCAHYANI	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3
6	ARGHA JIWA KUSUMA	3	3	4	3	2	3	2	1	2	3	2	3	3	2	3
7	DIAN DAMAI ISTIRANI	2	2	3	2	1	2	4	1	3	2	3	3	4	2	2
8	DINA RIZKY FITRIYANTI	2	2	4	3	1	3	2	2	2	3	3	3	3	1	3
9	EMIR HAIDAR	2	3	4	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	4
10	FADILAH DINA PUTRI	2	4	4	2	2	2	2	1	3	3	4	2	3	2	3
11	FAHRIZAL ARETHUSA	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	2	3
12	FATIKHA YULIANISA	2	3	4	2	3	2	4	2	3	4	3	2	4	3	4
13	IBNU NASRUDIN AMRULLAH	3	2	4	2	2	4	2	1	3	3	4	1	4	3	3
14	ILHAM ILMAWAN	2	4	4	2	2	2	3	2	2	4	4	1	4	1	2
15	ISNAINI MUKTI SARI	2	3	4	3	1	2	3	2	2	2	2	3	4	1	1
16	JOSHI KURNIAWATI	3	2	4	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2
17	KUSUMA LAUDITTA	2	3	3	2	2	2	3	1	2	3	2	1	3	2	2
18	MAHEKSA HAYU PURNAMA	2	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2
19	MEGA PRAWIANJANI	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3
20	MUHAMMAD NAJIB HABIBULLAH	3	2	3	3	2	3	3	1	3	3	2	3	3	2	2
21	MUHAMMAD THARIQ ARYANDARU	3	2	4	3	1	2	3	2	3	3	1	2	2	1	1
22	NUR AFNI TAUFIQURROHMAH PUTRI	3	3	3	3	1	4	2	2	2	3	2	3	2	1	1
23	PRIMA SAKTI RATNA DEWI	3	2	2	2	1	3	3	1	2	4	2	4	3	1	4
24	PUSPITA HERAWATI	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	4	3	4
25	RADEN RORO RUSITA PERWITASARI	3	2	2	1	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3
26	RAHMA REYHAN	3	3	4	3	2	2	4	1	3	4	3	2	4	2	3
27	RENDAYU JONDA NEISYAFITRI	1	1	4	2	1	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3
28	SHIANITA	1	3	3	2	1	2	3	1	3	3	3	1	2	2	2
29	SINTANINGSIH UTAMI	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3
30	TIARRA DYA ARMA LUCITA	3	2	4	2	1	4	2	1	2	3	2	3	3	1	1
31	YENNY ARININGSIH	3	2	4	2	1	3	2	2	3	3	3	2	2	1	2
32	YOLANDA REPTAMI PUTRI	1	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2

## Lampiran 4.4

## HASIL ANGKET MINAT BELAJAR KELAS EKSPERIMEN

No	NAMA	NOMOR BUTIR PERNYATAAN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ABDULLAH BIN ABAD	2	4	4	2	3	2	4	1	3	4	4	2	4	3	3
2	AFIIF PRIMA YUNANTO	1	4	4	2	3	2	3	2	3	3	3	1	4	2	2
3	ANDHIKA PRI ARDHANA	1	3	3	1	4	1	4	2	3	3	4	3	3	4	4
4	ANISSA NUGRAHENI	2	4	3	2	4	2	3	2	4	3	3	2	4	4	3
5	ARIF KURNIAWAN	2	2	4	2	3	2	4	1	3	4	4	2	3	4	3
6	ARIF NOR AMINAH	2	3	4	1	3	3	2	3	4	4	3	1	3	2	4
7	AZIZAH NURUL HUSNA	2	2	4	1	2	3	3	3	3	3	4	1	4	4	3
8	CHINTIA DEWI AZIZAH	2	3	4	1	2	2	4	2	3	3	2	3	4	3	4
9	DAMASUS RIKO PRIJONO	1	4	4	1	3	2	3	2	3	4	4	2	3	2	4
10	DESI NUR HANA KURNIA	2	3	4	2	3	1	4	2	3	3	4	2	4	4	2
11	DEVI SEPMITA WULANSARI	2	3	4	2	3	1	4	1	2	2	4	1	4	4	4
12	DEVITA DIANA INTANSARI	1	3	4	3	3	2	4	1	3	3	4	1	4	4	3
13	DICKY ADHA BIMANTARA	1	4	3	3	4	1	3	1	3	4	3	2	4	2	4
14	ERDA CANTIA AYUNANDYA	2	3	3	2	4	2	4	3	4	4	2	2	4	3	3
15	GENOVEVA ASMIRA DEWI	2	4	2	2	3	1	2	2	4	4	3	1	2	3	3
16	HASAN RAIS UMAM	1	3	3	1	3	1	2	2	4	3	3	3	3	4	3
17	IRENE LARASATI DEWI	1	4	3	1	4	1	2	1	3	2	4	2	3	3	4
18	KATYA DARA OZZILENDA SOEGIHART	3	4	4	1	4	1	3	1	3	3	4	2	2	2	4
19	KHANSANAJILA	2	3	4	2	3	2	3	2	2	3	2	2	4	4	3
20	M.Y. CHRISTY GHEDA PATI TIALA	2	3	3	2	3	2	2	2	4	4	3	3	4	4	3
21	MAULITHA AYU SETYOWATI	1	3	2	2	4	3	2	1	4	3	3	2	3	3	3
22	MUH LUTHFI TAUFIK DZULFIKAR	1	3	4	1	3	2	3	1	3	3	4	1	3	3	4
23	MUHAMMAD HAIDAR DAULAY	1	2	4	2	3	2	3	3	4	2	2	1	2	3	4
24	MUHAMMAD RIFQI MUKHTAR	2	2	3	3	2	1	3	3	4	3	3	2	4	4	2
25	NUR LISA RAHMANINGTYAS	2	4	3	2	3	1	4	2	3	2	3	2	4	3	3
26	RA. RETNO PUOSO DWI FEBRIANI D	1	4	2	2	4	2	4	2	3	3	3	2	3	4	3
27	RETIKA GIEN SYAPUTRI	2	3	4	1	4	2	4	1	3	4	4	1	4	3	3
28	TITO FESADIANTO	1	4	4	1	3	2	4	1	4	3	4	2	3	2	4

29	ULFAH MARATUS SHOLIHAH	1	3	3	2	2	1	3	2	3	2	3	1	4	4	4
30	VINCENTIUS BIMA ADI PUTRA PRAT	1	4	3	2	3	3	3	1	4	4	3	1	2	4	3
31	YULIUS WISNU MURTI SUSILO	2	4	3	1	3	2	4	1	3	3	2	2	4	3	3
32	ZAKKY HADIANSYAH RAHARJA	1	3	3	1	4	1	4	1	3	4	2	2	3	2	4



# Lampiran V

## Deskripsi Data Hasil Penelitian

1. Deskripsi Skor *Pretest* dan *Posttest* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
2. Deskripsi *N-Gain* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
3. Deskripsi Skor Minat Belajar Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol



## Lampiran 5.1

## DESKRIPSI DATA PRETEST DAN POSTTEST

## a. Deskripsi Data Pretest

Descriptives			Statistic	Std. Error	
Jenis					
Nilai	Kontrol	Mean	53.0906	.99934	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	51.0525	
			Upper Bound	55.1288	
		5% Trimmed Mean	53.1882		
		Median	53.3000		
		Variance	31.958		
		Std. Deviation	5.65311		
		Minimum	40.00		
		Maximum	63.30		
		Range	23.30		
		Interquartile Range	6.70		
		Skewness	-.086	.414	
		Kurtosis	-.238	.809	
		Eksperimen		Mean	53.6812
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			51.7640	
	Upper Bound			55.5985	
5% Trimmed Mean	53.6674				
Median	53.3000				
Variance	28.277				
Std. Deviation	5.31762				
Minimum	43.30				
Maximum	63.30				
Range	20.00				
Interquartile Range	9.17				
Skewness	.076			.414	
Kurtosis	-.788			.809	

## b. Deskripsi Data Posttest

## Descriptives

Jenis			Statistic	Std. Error		
Nilai	Kontrol	Mean	53.0906	.99934		
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	51.0525		
			Upper Bound	55.1288		
		5% Trimmed Mean	53.1882			
		Median	53.3000			
		Variance	31.958			
		Std. Deviation	5.65311			
		Minimum	40.00			
		Maximum	63.30			
		Range	23.30			
		Interquartile Range	6.70			
		Skewness	-.086	.414		
		Kurtosis	-.238	.809		
		Eksperimen		Mean	53.6812	.94003
				95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	51.7640
Upper Bound	55.5985					
5% Trimmed Mean	53.6674					
Median	53.3000					
Variance	28.277					
Std. Deviation	5.31762					
Minimum	43.30					
Maximum	63.30					
Range	20.00					
Interquartile Range	9.17					
Skewness	.076			.414		
Kurtosis	-.788			.809		

## Lampiran 5.2

**DESKRIPSI N-GAIN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI  
KELAS EKSPERIMEN**

**Descriptives**

		Statistic	Std. Error
Kontrol	Mean	.29906	.029059
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound Upper Bound	.23980 .35833
	5% Trimmed Mean	.29835	
	Median	.29670	
	Variance	.027	
	Std. Deviation	.164384	
	Minimum	.000	
	Maximum	.600	
	Range	.600	
	Interquartile Range	.296	
	Skewness	-.003	.414
	Kurtosis	-.886	.809
	Xperimen	Mean	.57548
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound Upper Bound	.51918 .63178
5% Trimmed Mean		.58285	
Median		.58571	
Variance		.024	
Std. Deviation		.156156	
Minimum		.133	
Maximum		.846	
Range		.713	
Interquartile Range		.167	
Skewness		-.673	.414
Kurtosis		1.101	.809

## Lampiran 5.3

**DESKRIPSI SKOR MINAT BELAJAR KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL**

Descriptives				
Kelas			Statistic	Std. Error
Skor	kontrol	Mean	37.1250	.57808
		95% Confidence Interval for Mean		
		Lower Bound	35.9460	
		Upper Bound	38.3040	
		5% Trimmed Mean	36.9931	
		Median	37.0000	
		Variance	10.694	
		Std. Deviation	3.27010	
		Minimum	32.00	
		Maximum	45.00	
		Range	13.00	
		Interquartile Range	4.75	
		Skewness	.448	.414
		Kurtosis	-.413	.809
	eksperimen	Mean	41.2500	.38100
		95% Confidence Interval for Mean		
		Lower Bound	40.4729	
		Upper Bound	42.0271	
		5% Trimmed Mean	41.2222	
		Median	41.5000	
		Variance	4.645	
		Std. Deviation	2.15526	
		Minimum	38.00	
		Maximum	45.00	
		Range	7.00	
		Interquartile Range	4.00	
		Skewness	-.036	.414

## Descriptives

Kelas			Statistic	Std. Error
Skor	kontrol	Mean	37.1250	.57808
		95% Confidence Interval for Mean		
		Lower Bound	35.9460	
		Upper Bound	38.3040	
		5% Trimmed Mean	36.9931	
		Median	37.0000	
		Variance	10.694	
		Std. Deviation	3.27010	
		Minimum	32.00	
		Maximum	45.00	
		Range	13.00	
		Interquartile Range	4.75	
		Skewness	.448	.414
		Kurtosis	-.413	.809
eksperimen		Mean	41.2500	.38100
		95% Confidence Interval for Mean		
		Lower Bound	40.4729	
		Upper Bound	42.0271	
		5% Trimmed Mean	41.2222	
		Median	41.5000	
		Variance	4.645	
		Std. Deviation	2.15526	
		Minimum	38.00	
		Maximum	45.00	
		Range	7.00	
		Interquartile Range	4.00	
		Skewness	-.036	.414
		Kurtosis	-.842	.809

# Lampiran VI

## Analisis Data Hasil Penelitian

1. *Output* Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t Skor *Pretest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
2. *Output* Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t Skor *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
3. *Output* Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t *N-Gain* Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
4. *Output* Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t Skor Minat Belajar Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

## Lampiran 6.1

### OUTPUT UJI NORMALITAS, UJI HOMOGENITAS DAN UJI T NILAI *PRETEST* KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL

#### 1. Uji Normalitas

**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PretestK	.145	32	.084	.956	32	.217
PretestE	.154	32	.053	.950	32	.147

a. Lilliefors Significance Correction

#### 2. Uji Homogenitas dan Uji T

**Group Statistics**

Jenis		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	Kontrol	32	53.0906	5.65311	.99934
	Eksperimen	32	53.6812	5.31762	.94003

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	.033	.857	-.430	62	.668	-.59063	1.37198	-3.33318	2.15193
	Equal variances not assumed			-.430	61.769	.668	-.59063	1.37198	-3.33338	2.15213

## Lampiran 6.2

### OUTPUT UJI NORMALITAS, UJI HOMOGENITAS DAN UJI T NILAI POSTTEST KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL

#### 1. Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PosttestK	.144	32	.089	.944	32	.095
PosttestE	.132	32	.168	.930	32	.040

a. Lilliefors Significance Correction

#### 2. Uji Homogenitas dan Uji T

Group Statistics

Jenis		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	kontrol	32	71.9438	4.72931	.83603
	eksperimen	32	81.7656	5.29233	.93556

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	.625	.432	-7.828	62	.000	-9.82187	1.25468	-12.32995	-7.31380
	Equal variances not assumed			-7.828	61.232	.000	-9.82187	1.25468	-12.33057	-7.31318



### Lampiran 6.3

## OUTPUT UJI NORMALITAS, UJI HOMOGENITAS DAN UJI T *N-GAIN* KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL

### 1. Uji Normalitas

**Tests of Normality**

Kelas	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ngain kontrol	.089	32	.200 <sup>*</sup>	.966	32	.403
eksperimen	.127	32	.200 <sup>*</sup>	.962	32	.318

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

### 2. Uji Homogenitas dan Uji T

**Group Statistics**

Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ngain kontrol	32	.29906	.164384	.029059
eksperimen	32	.57548	.156156	.027605

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ngain	Equal variances assumed	.342	.561	-6.897	62	.000	.276419	.040081	-.356539	-.196299
	Equal variances not assumed			-6.897	61.837	.000	.276419	.040081	-.356543	-.196294

## Lampiran 6.4

**OUTPUT UJI NORMALITAS, UJI HOMOGENITAS, DAN UJI T  
DATA ANGKET**

**1. Uji Normalitas**

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kontrol	.139	32	.122	.949	32	.134
Eksperimen	.139	32	.117	.974	32	.631

a. Lilliefors Significance Correction

**2. Uji Homogenitas**

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kontrol	32	100.0%	0	.0%	32	100.0%
Eksperimen	32	100.0%	0	.0%	32	100.0%

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Nilai	Equal variances assumed	.551	.461
	Equal variances not assumed		

### 3. UJI T

**Group Statistics**

Jenis Kelas		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	kontrol	32	36.9319	3.00698	.53156
	eksperimen	32	32.0497	2.80577	.49599

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	.551	.461	6.715	62	.000	4.88219	.72703	3.42888	6.33550
	Equal variances not assumed			6.715	61.705	.000	4.88219	.72703	3.42874	6.33563

# Lampiran VII

## Intervalisasi Skor Angket Minat Belajar

1. Intervalisasi Skor Minat Belajar Kelas Eksperimen
2. Intervalisasi Skor Minat Belajar Kelas Kontrol

## Lampiran 7.1

## INTERVALISASI SKOR MINAT BELAJAR KELAS EKSPERIMEN

Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total Skor
ABDULLAH BIN ABAD	1,43432	3,89437	3,29699	2,59998	1,58848	3,57364	3,13285	1,71390	2,08656	2,97811	3,35458	1,92434	2,77533	2,71044	2,78596	39,84985
AFIIF PRIMA YUNANTO	0,00000	3,89437	3,29699	2,59998	1,58848	3,57364	1,89919	2,99482	2,08656	1,65098	2,10758	0,00000	2,77533	0,50274	1,44162	30,41228
ANDHIKA PRI ARDHANA	0,00000	2,55129	2,24515	1,20421	0,00000	2,21577	3,13285	2,99482	2,08656	1,65098	3,35458	3,95866	1,46853	0,00000	4,18173	31,04513
ANISSA NUGRAHENI	1,43432	3,89437	2,24515	2,59998	0,00000	3,57364	1,89919	2,99482	3,56947	1,65098	2,10758	1,92434	2,77533	0,00000	2,78596	33,45513
ARIF KURNIAWAN	1,43432	1,29277	3,29699	2,59998	1,58848	3,57364	3,13285	1,71390	2,08656	2,97811	3,35458	1,92434	1,46853	0,00000	2,78596	33,23101
ARIF NOR AMINAH	1,43432	2,55129	3,29699	1,20421	1,58848	4,87379	0,79669	4,14769	3,56947	2,97811	2,10758	0,00000	1,46853	0,50274	4,18173	34,70162
AZIZAH NURUL HUSNA	1,43432	1,29277	3,29699	1,20421	0,20506	4,87379	1,89919	4,14769	2,08656	1,65098	3,35458	0,00000	2,77533	0,00000	2,78596	31,00743
CHINTIA DEWI AZIZAH	1,43432	2,55129	3,29699	1,20421	0,20506	3,57364	3,13285	2,99482	2,08656	1,65098	0,96430	3,95866	2,77533	2,71044	4,18173	36,72118
DAMASUS RIKO PRIJONO	0,00000	3,89437	3,29699	1,20421	1,58848	3,57364	1,89919	2,99482	2,08656	2,97811	3,35458	1,92434	1,46853	0,50274	4,18173	34,94829
DESI NUR HANA KURNIA	1,43432	2,55129	3,29699	2,59998	1,58848	2,21577	3,13285	2,99482	2,08656	1,65098	3,35458	1,92434	2,77533	0,00000	1,44162	33,04791
DEVI SEPMITA WULANSARI	1,43432	2,55129	3,29699	2,59998	1,58848	2,21577	3,13285	1,71390	0,53137	0,37461	3,35458	0,00000	2,77533	0,00000	4,18173	29,75120
DEVITA DIANA INTANSARI	0,00000	2,55129	3,29699	3,94432	1,58848	3,57364	3,13285	1,71390	2,08656	1,65098	3,35458	0,00000	2,77533	0,00000	2,78596	32,45488
DICKY ADHA BIMANTARA	0,00000	3,89437	2,24515	3,94432	0,00000	2,21577	1,89919	1,71390	2,08656	2,97811	2,10758	1,92434	2,77533	0,50274	4,18173	32,46909
ERDA CANTIA AYUNANDYA	1,43432	2,55129	2,24515	2,59998	0,00000	3,57364	3,13285	4,14769	3,56947	2,97811	0,96430	1,92434	2,77533	2,71044	2,78596	37,39287
GENOVEVA ASMIRA DEWI	1,43432	3,89437	1,00000	2,59998	1,58848	2,21577	0,79669	2,99482	3,56947	2,97811	2,10758	0,00000	0,37985	2,71044	2,78596	31,05584
HASAN RAIS UMAM	0,00000	2,55129	2,24515	1,20421	1,58848	2,21577	0,79669	2,99482	3,56947	1,65098	2,10758	3,95866	1,46853	0,00000	2,78596	29,13759
IRENE LARASATI DEWI	0,00000	3,89437	2,24515	1,20421	0,00000	2,21577	0,79669	1,71390	2,08656	0,37461	3,35458	1,92434	1,46853	2,71044	4,18173	28,17088
KATYA DARAZ OZZILENDA	2,27139	3,89437	3,29699	1,20421	0,00000	2,21577	1,89919	1,71390	2,08656	1,65098	3,35458	1,92434	0,37985	0,50274	4,18173	30,57660

SOEGIHART																
KHANSA NAJILA	1,43432	2,55129	3,29699	2,59998	1,58848	3,57364	1,89919	2,99482	0,53137	1,65098	0,96430	1,92434	2,77533	0,00000	2,78596	30,57099
M.Y. CHRISTY GHEDA PATI TIALA	1,43432	2,55129	2,24515	2,59998	1,58848	3,57364	0,79669	2,99482	3,56947	2,97811	2,10758	3,95866	2,77533	0,00000	2,78596	35,95948
MAULITHA AYU SETYOWATI	0,00000	2,55129	1,00000	2,59998	0,00000	4,87379	0,79669	1,71390	3,56947	1,65098	2,10758	1,92434	1,46853	2,71044	2,78596	29,75295
MUH LUTHFI TAUFIK DZULFIKAR	0,00000	2,55129	3,29699	1,20421	1,58848	3,57364	1,89919	1,71390	2,08656	1,65098	3,35458	0,00000	1,46853	2,71044	4,18173	31,28052
MUHAMMAD HAIDAR DAULAY	0,00000	1,29277	3,29699	2,59998	1,58848	3,57364	1,89919	4,14769	3,56947	0,37461	0,96430	0,00000	0,37985	2,71044	4,18173	30,57914
MUHAMMAD RIFQI MUKHTAR	1,43432	1,29277	2,24515	3,94432	0,20506	2,21577	1,89919	4,14769	3,56947	1,65098	2,10758	1,92434	2,77533	0,00000	1,44162	30,85359
NUR LISA RAHMANINGTYAS	1,43432	3,89437	2,24515	2,59998	1,58848	2,21577	3,13285	2,99482	2,08656	0,37461	2,10758	1,92434	2,77533	2,71044	2,78596	34,87056
RA. RETNO PUOSO DWI FEBRIANI D	0,00000	3,89437	1,00000	2,59998	0,00000	3,57364	3,13285	2,99482	2,08656	1,65098	2,10758	1,92434	1,46853	0,00000	2,78596	29,21961
RETIKA GIEN SYAPUTRI	1,43432	2,55129	3,29699	1,20421	0,00000	3,57364	3,13285	1,71390	2,08656	2,97811	3,35458	0,00000	2,77533	2,71044	2,78596	33,59818
TITO FESADIANTO	0,00000	3,89437	3,29699	1,20421	1,58848	3,57364	3,13285	1,71390	3,56947	1,65098	3,35458	1,92434	1,46853	0,50274	4,18173	35,05681
ULFAH MARATUS SHOLIAH	0,00000	2,55129	2,24515	2,59998	0,20506	2,21577	1,89919	2,99482	2,08656	0,37461	2,10758	0,00000	2,77533	0,00000	4,18173	26,23707
VINCENTIUS BIMA ADI PUTRA PRAT	0,00000	3,89437	2,24515	2,59998	1,58848	4,87379	1,89919	1,71390	3,56947	2,97811	2,10758	0,00000	0,37985	0,00000	2,78596	30,63583
YULIUS WISNU MURTI SUSILO	1,43432	3,89437	2,24515	1,20421	1,58848	3,57364	3,13285	1,71390	2,08656	1,65098	0,96430	1,92434	2,77533	2,71044	2,78596	33,68483
ZAKKY HADIANSYAH RAHARJA	0,00000	2,55129	2,24515	1,20421	0,00000	2,21577	3,13285	1,71390	2,08656	2,97811	0,96430	1,92434	1,46853	0,50274	4,18173	27,16948

## Lampiran 7.2

## INTERVALISASI SKOR MINAT BELAJAR KELAS KONTROL

Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total Skor
AHMAD NURRAMADHAN	3,84905	2,58515	4,03770	1,31214	2,22863	2,81791	2,02181	1,43023	1,56957	2,56020	1,31562	3,89449	2,54228	0,56067	2,87286	35,59831
AJENG CIPTASARI	3,84905	2,58515	2,60906	3,00218	3,69531	1,45905	2,02181	1,43023	2,41803	1,16732	1,31562	3,89449	1,21298	1,99585	1,85340	34,50953
ALI GHORIZATULLOH ALBURHANI	3,84905	2,58515	2,60906	0,00000	3,69531	2,81791	3,38471	1,43023	2,41803	3,95198	2,54244	1,70668	3,74396	1,99585	2,87286	39,60322
ALVIN RIFQY ABDILLA	2,58044	3,79797	2,60906	1,31214	2,22863	1,45905	3,38471	2,33088	2,41803	3,95198	1,31562	2,73369	3,74396	0,56067	0,00000	34,42683
ANISA NURCAHYANI	3,84905	2,58515	2,60906	3,00218	3,69531	2,81791	2,02181	2,87299	1,56957	2,56020	2,54244	3,89449	2,54228	1,99585	2,87286	41,43115
ARGHA JIWA KUSUMA	3,84905	3,79797	4,03770	3,00218	3,69531	2,81791	2,02181	1,43023	1,56957	2,56020	1,31562	3,89449	2,54228	1,99585	2,87286	41,40303
DIAN DAMAI ISTIRANI	2,58044	2,58515	2,60906	1,31214	2,22863	1,45905	2,77046	1,43023	2,41803	1,16732	2,54244	3,89449	3,74396	1,99585	1,85340	34,59065
DINA RIZKY FITRIYANTI	2,58044	2,58515	4,03770	3,00218	2,22863	2,81791	2,02181	2,87299	1,56957	2,56020	2,54244	3,89449	2,54228	0,56067	2,87286	38,68932
EMIR HAIDAR	2,58044	3,79797	4,03770	1,31214	3,69531	1,45905	3,38471	2,87299	2,41803	2,56020	2,54244	3,89449	2,54228	1,99585	3,65872	42,75232
FADILAH DINA PUTRI	2,58044	4,88665	4,03770	1,31214	3,69531	1,45905	2,02181	1,43023	2,41803	2,56020	2,11231	2,73369	2,54228	1,99585	2,87286	38,65855
FAHRIZAL ARETHUSA	5,49203	4,88665	2,60906	1,31214	3,69531	1,45905	2,02181	2,87299	1,56957	1,16732	2,11231	3,89449	2,54228	1,99585	2,87286	40,50372
FATIKHA YULIANISA	2,58044	3,79797	4,03770	1,31214	3,23982	1,45905	2,77046	2,87299	2,41803	3,95198	2,54244	2,73369	3,74396	3,00082	3,65872	44,12021
IBNU NASRUDIN AMRULLAH	3,84905	2,58515	4,03770	1,31214	3,69531	3,89765	2,02181	1,43023	2,41803	2,56020	2,11231	1,70668	3,74396	3,00082	2,87286	41,24390
ILHAM ILMAWAN	2,58044	4,88665	4,03770	1,31214	3,69531	1,45905	3,38471	2,87299	1,56957	3,95198	2,11231	1,70668	3,74396	0,56067	1,85340	39,72756
ISNAINI MUKTI SARI	2,58044	3,79797	4,03770	3,00218	2,22863	1,45905	3,38471	2,87299	1,56957	1,16732	1,31562	3,89449	3,74396	0,56067	0,00000	35,61530
JOSHI KURNIAWATI	3,84905	2,58515	4,03770	3,00218	3,69531	1,45905	3,38471	2,87299	2,41803	2,56020	1,31562	3,89449	2,54228	3,00082	1,85340	42,47098
KUSUMA LAUDITTA	2,58044	3,79797	2,60906	1,31214	3,69531	1,45905	3,38471	1,43023	1,56957	2,56020	1,31562	1,70668	2,54228	1,99585	1,85340	33,81251
MAHEKSA HAYU PURNAMA	2,58044	3,79797	2,60906	1,31214	3,69531	1,45905	2,02181	1,43023	1,56957	1,16732	2,54244	2,73369	2,54228	1,99585	1,85340	33,31056
MEGA PRAWIANJANI	2,58044	2,58515	2,60906	1,31214	3,69531	1,45905	2,02181	2,87299	1,56957	1,16732	1,31562	2,73369	2,54228	1,99585	2,87286	33,33314
MUHAMMAD NAJIB HABIBULLAH	3,84905	2,58515	2,60906	3,00218	3,69531	2,81791	3,38471	1,43023	2,41803	2,56020	1,31562	3,89449	2,54228	1,99585	1,85340	39,95347
MUHAMMAD THARIQ ARYANDARU	3,84905	2,58515	4,03770	3,00218	2,22863	1,45905	3,38471	2,87299	2,41803	2,56020	0,00000	2,73369	1,21298	0,56067	0,00000	32,90503
NUR AFNI TAUFIQURROHMAH PUTRI	3,84905	3,79797	2,60906	3,00218	2,22863	3,89765	2,02181	2,87299	1,56957	2,56020	1,31562	3,89449	1,21298	0,56067	0,00000	35,39287

PRIMA SAKTI RATNA DEWI	3,84905	2,58515	1,27208	1,31214	2,22863	2,81791	3,38471	1,43023	1,56957	3,95198	1,31562	5,49203	2,54228	0,56067	3,65872	37,97077
PUSPITA HERAWATI	3,84905	2,58515	2,60906	3,00218	3,69531	2,81791	2,02181	2,87299	1,56957	2,56020	2,54244	3,89449	3,74396	3,00082	3,65872	44,42366
RADEN RORO RUSITA PERWITASARI	3,84905	2,58515	1,27208	0,00000	3,23982	1,45905	2,02181	2,87299	1,56957	1,16732	2,54244	3,89449	1,21298	1,99585	2,87286	32,55546
RAHMA REYHAN	3,84905	3,79797	4,03770	3,00218	3,69531	1,45905	2,77046	1,43023	2,41803	3,95198	2,54244	2,73369	3,74396	1,99585	2,87286	44,30076
RENDAYU JONDA NEISYAFITRI	1,45448	0,98761	4,03770	1,31214	2,22863	1,45905	3,38471	2,33088	2,41803	2,56020	2,54244	2,73369	2,54228	1,99585	2,87286	34,86055
SHIANITA	1,45448	3,79797	2,60906	1,31214	2,22863	1,45905	3,38471	1,43023	2,41803	2,56020	2,54244	1,70668	1,21298	1,99585	1,85340	31,96585
SINTANINGSIH UTAMI	3,84905	3,79797	2,60906	1,31214	3,69531	2,81791	2,02181	2,87299	2,41803	2,56020	1,31562	3,89449	2,54228	1,99585	2,87286	40,57557
TIARRA DYA ARMA LUCITA	3,84905	2,58515	4,03770	1,31214	2,22863	3,89765	2,02181	1,43023	1,56957	2,56020	1,31562	3,89449	2,54228	0,56067	0,00000	33,80519
YENNY ARININGSIH	3,84905	2,58515	4,03770	1,31214	2,22863	2,81791	2,02181	2,87299	2,41803	2,56020	2,54244	2,73369	1,21298	0,56067	1,85340	35,60679
YOLANDA REPTAMI PUTRI	1,45448	4,88665	4,03770	1,31214	3,69531	1,45905	2,02181	2,87299	2,41803	2,56020	2,54244	2,73369	2,54228	1,99585	1,85340	37,74570



# Lampiran VIII

## Surat-Surat Penelitian

1. Surat Ijin Penelitian dari Pemerintah Kota Yogyakarta
2. Surat Ijin Penelitian dari Sekretariat Daerah Istimewa Yogyakarta
3. Curriculum Vitae (CV)